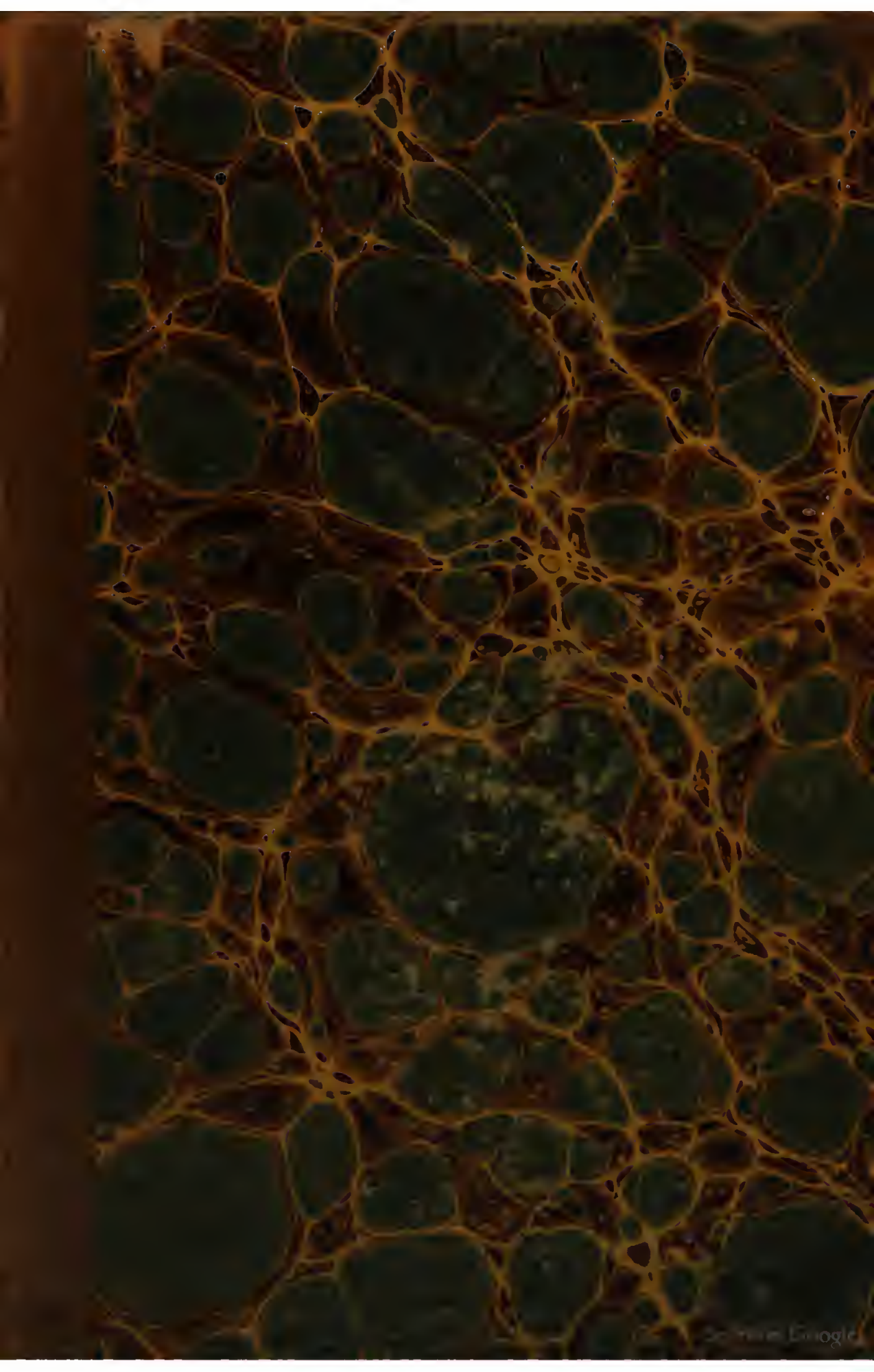


Digitized by Google

GEOLOGIE

DER

SCHWEIZ

VON

B. STUDER,

Dr. d. Ph., Prof. d. Geol. u. Min. in Bern,

Mitglied der Geolog. Society in London, der Soc. Géol. in Paris, des montan. Vereins für Oesterreich, der K. P. Akad. in Berlin, des Inst. in Mailand, der K. Akad. in Turin, des Inst. in Washington, u. a. g. G.

ERSTER BAND.

MITTELZONE UND SÜDLICHE NEBENZONE

DER

ALPEN.

Mit Gebirgsdurchschnitten und einer geologischen Uebersichtskarte.

BERN,
STÄMPFLISCHE VERLAGSHANDLUNG.
1851.

ZÜRICH,
FRIEDRICH SCHULTHESS.
1851.

Gedruckt in der Stämpflischen Buchdruckerei in Bern.

VORWORT.

Das Interesse an der Erforschung der wichtigsten Massenerhebung unseres Continentes ist in den letzten Jahren mit grosser Lebendigkeit rege geworden. Während in früherer Zeit nur Einzelne die Untersuchung kleiner Theile der Alpen, des Montblanc oder des Gotthard, sich zur Aufgabe setzten, während vor dreissig Jahren die Gliederung und das geologische Alter des Jura und Apennin nicht besser bekannt waren, als jetzt noch viele Gebirge in entfernten Welttheilen es sind, sehn wir nun eine stets wachsende Zahl von Arbeitern um die Wette bemüht, die Erforschung unserer Gebirge zum Abschluss zu bringen. In Genua, Grenoble, Lyon, Chambery, in der Schweiz, in München, Linz, Wien, Gratz, Padua, Mailand, Turin, sind Wachposten einer rings um die Alpen vertheilten Beobachtungsarmee, und jeden

Sommer dringen sie nach dem Inneren des Gebirges vor und erobern einen Theil desselben der Wissenschaft. Der Jura, von Chambery bis nach Franken, kann als bereits gewonnenes, allen Gesetzen der Doctrin gehorchendes Land betrachtet werden, und auch Toscana, der alte Stammsitz derselben, und das tiefere Italien bestreben sich, ihr zu huldigen. In Frankreich, Piemont, Oesterreich, Baiern, haben die Regierungen, im Interesse der Industrie und der Staatswirthschaft, zur geologischen Erforschung ihrer Länder und zur Darstellung der Resultate auf Karten reichliche Geldmittel ausgesetzt. In den grossen Metropolen der Wissenschaft, in London, Paris, Berlin, werden die Ergebnisse localer Untersuchungen gesammelt, mit den bereits gesicherten verglichen, und ihr Einfluss auf den Fortschritt der Wissenschaft regt den vereinzelt stehenden Geologen an zu erneuerter Anstrengung.

Es soll diese Arbeit zunächst zur Erläuterung einer geologischen Karte der Schweiz dienen, welche noch in diesem Jahr aus der rühmlich bekannten topographischen Anstalt in Winterthur hervorgehen soll. Bei den vielen Abweichungen der südeuropäischen Gebirgsverhältnisse von denjenigen mittel- und nordeuropäischer Länder, und den Schwierigkeiten, die selbst erfahrne Geologen finden, wenn sie zum erstenmale das Gebiet der Alpen betreten, schien ferner eine übersichtliche Darstellung der bis jetzt über dieses Gebirgssystem und seine Verzweigungen gewonnenen

Kenntnisse nicht überflüssig, und ich glaube die Schrift auch in dieser Beziehung, als eine Einleitung zum Studium der südeuropäischen Geologie, als ein Reisehandbuch für Geologen, empfehlen zu dürfen. Zu diesem Zweck ist ihr eine Uebersichtskarte des Alpensystems und seiner Umgebungen beigegeben worden, welche sie auch ohne Beihülfe der grösseren Karte verständlich machen soll. Der zweite Band, welcher die nördlichen Kalkalpen, den Jura und das Hügelland behandeln soll, wird ein ausgedehntes Register der Ortsnamen und der für unsere Gebirge gebräuchlichen geologischen Ausdrücke enthalten.

Die meisten der beschriebenen Gegenden habe ich selbst gesehn, viele wiederholt besucht, und das hiesige Museum bewahrt die Belegstücke, Gebirgsarten und Petrefacten, zu der gegebenen Darstellung. Wo ich mich fremder Beobachtungen bedienen musste, habe ich die Quelle angeführt. Mit grösstem Danke erkenne ich besonders die wichtige Unterstützung und das edle Vertrauen an, das mir Escher gewährt hat, indem er mir alle seine schriftlichen Reisebemerkungen zu freier Benutzung überliess. Viele Reisen haben wir gemeinschaftlich gemacht, die grössere geologische Karte der Schweiz wird unsere beiden Namen tragen, durch langjährigen freundschaftlichen Verkehr haben unsere Ansichten sich so durchdrungen, dass eine Trennung in das, was ihm und was mir gehört, nicht mehr möglich wäre. Neuere Beiträge zur Kenntniss

der Alpen, unter anderen die reichhaltige Schrift von Schafhäutl, sind mir erst während des Drucks dieses Bandes zugekommen, so dass ich sie erst für den zweiten werde benutzen können.

Bern, im März 1851.

INHALT.

EINLEITUNG. Seite.

Der Apennin 7

Die Alpen 34

1. Die Ligurischen Alpen 36
2. Die Meeralpen 42
3. Die Cottischen Alpen 55
4. Die Grajischen Alpen 70
5. Die Alpen von Oisans 78
6. Die Rousses 84
7. Die Westalpen 86
8. Die Schweizeralpen 106
9. Die Ostalpen 112

Der Jura 138

ERSTER HAUPTTHEIL. Die Alpen.

Erster Abschnitt. Die Mittelzone.

I. Alpengranit, Gneis und krystallin. Schiefer 159

1. Centralmasse der Aiguilles Rouges . . 160
2. Centralmasse des Montblanc 168
3. Centralmasse des Finsteraarhorns . . 176
4. Centralmasse des Gotthards 194
5. Centralmasse der Walliseralpen . . 204
6. Die Tessineralpen 226
7. Das Adulagebirge 242
8. Das Suretagebirge 248
9. Das Seegebirge 254
10. Centralmasse des Bernina 260
11. Centralmasse des Selvretta 264
12. Gebirgsmasse der Oetzthaler-Ferner . 275

II. Granit 280

III. Hornblendgesteine 296

IV. Serpentin und Gabbro 317

Seite.

V. Grüne Schiefer 336
VI. Graue Schiefer 344
1. Aeltere Schiefer 345
2. Anthracitschiefer 356
3. Jurassische Schiefer 374
4. Flysch 379
VII. Kalkstein und Marmor 380
VIII. Dolomit 402
IX. Gyps 410
X. Verrucano, Quarzit, Rother Sandstein . . 412
1. Dem Grauen Schiefer untergeordnete Massen 414
2. Endungsgesteine der nördlichen Centralmassen 418
3. Quarzite der nördlichen Zwischenbildungen 426
4. Rothe Sandsteine und Verrucano des Ostrandes 432
5. Verrucano und Rothe Sandsteine des Südrandes 437

Zweiter Abschnitt. Südliche Nebenzone . . . 444
I. Val Trompia 445
II. Val Seriana 449
III. Val Brembana 454
IV. Comersee und Brianza 458
1. Aeltere Kalksteine und Dolomite . . 459
2. Grauer und rother Ammonitenkalk . 462
3. Flyschähnliche Gesteine 464
4. Jüngere Tertiärbildung 469
V. Westliche Gegenden 469
1. Porphyre und Granit 470
2. Aeltere Kalk- und Dolomitgebirge . 478
3. Jüngeres Kalkgebirge 483
4. Flyschbildungen 483
5. Tertiärbildungen 484

EINLEITUNG.

Das Gebirgsland, in welchem die ersten Zuflüsse der Durance und des Po entspringen, vereinigt in einem gemeinschaftlichen Ursprung drei Gebirgssysteme, die sich von da aus, wie die drei Zacken einer Gabel, divergirend gegen Osten erstrecken. Das mittlere und zugleich mächtigste dieser Systeme, das System der Alpen, umzieht als ein Halbkreis die Niederung des Piemonts, nimmt dann, in der Gegend des Montblanc, eine nordöstliche Richtung, und bildet, in dieser Richtung fortsetzend, die Grenze zwischen Deutschland und Italien. Ein zweites System, der Apennin, erscheint als die südliche Fortsetzung des alpinischen Kreisbogens und scheidet Piemont vom Meere und die Lombardie von Toscana. Es entspricht ihm ein drittes System, der Jura, im Westen und Norden der Alpen, in Frankreich noch enge mit diesen verbunden, dann gegen die Schweiz hin immer weiter sich von ihnen entfernend und, jenseits ihrer Nordgrenze, in der Rauhen Alp, sich in Franken bis nach Mitteldeutschland ausdehnend.

Nach Aussen wird unsere dreistrahlige Gruppe theils durch Niederungen, theils durch fremdartige Gebirgssysteme begrenzt, und die naturgemässe Verbindung der drei Zonen zu einer einheitlichen Gruppe hierdurch noch schärfer bezeichnet. Vom Apennin steigt man hinab in die vulcanische Campagna von Neapel und Rom und in die Maremmen

von Toscana; oder man sieht, wie auf den Höhen oberhalb Genua und Villafranca, das offene Meer zu seinen Füssen. Die Formationsfolge der älteren Secundärzeit, welche von Nizza bis nahe an Marseille dem äusseren Rande der Alpen vorliegt, tritt in diesem Gebirge gar nicht, oder erst in grosser Entfernung und mit sehr abweichendem Charakter hervor. Nur ein Theil der jüngeren alpinischen Formationen verbreitet sich aus der Provence durch das südliche Frankreich bis an den atlantischen Ocean. Von Avignon bis Besançon trennen breite Niederungen, durch welche die Rhone, Saône und der Doubs strömen, die Gruppe von den vorherrschend granitischen Gebirgen des centralen Frankreichs, dann folgen, längs dem Nordrande des Jura, die selbständigen Systeme der Vogesen und des Schwarzwaldes, und nachdem der Jura im nördlichen Baiern sein Ende erreicht hat, treten weiter östlich die mächtigen Gneisgebirge des Böhmerwaldes und der Mährischen Gebirge auf, die einer den Alpen und ihren Nebenzonen ganz fremden Ordnung angehören.

In der Gestaltung und den Steinarten unserer drei Systeme lässt eine bestimmte Symmetrie sich nicht verkennen. Der Jura und Apennin schwanken zwischen dem Charakter der Tafelzone und dem der Kettenzone, und beide bestehen, mit Ausnahme vereinzelter Ausbrüche von Basalt und Serpentin, aus neptunischen Lagerfolgen der Secundärzeit. Kalksteine, Mergel oder Sandsteine, wiederholt unter sich abwechselnd, sind zu langgedehnten Hochflächen, oder, wellenähnlich, zu parallelen Gewölbketten erhoben. Die wenigen Querthäler sind Spalten mit steilen Wänden, die Längenthäler einförmige Muldenthäler. Die meist geradlinigt fortlaufenden Rücken erheben sich selten höher als 1000 bis 1500 Mèter über die Meeresfläche. Die Vegetation fehlt nur an den steilen Abstürzen der Querthäler, oder der aufgebrochenen Gewölbe. Zu dieser Einförmigkeit der zwei Seitensysteme steht der Bau der Alpen in auffallendem Gegensatze. Aus einer gebirgigten, durch Spaltenthäler zerrissenen Mittelzone, meist aus dunkeln Schiefern, Sandsteinen und Kalksteinen bestehend, erheben sich, als Centralmassen, mächtige Streifen von Gneis und Alpengranit, mit

steiler, oft verticaler Structur, zu den grössten Höhen, bedeckt und umgeben von ewigem Schnee und weit ausgebreiteten Gletschern. Zwei Zonen neptunischer Gesteine, ähnlicher Art, wie die des Jura und des Apennins, mit in einander greifender Plateau- und Kettengestaltung, begleiten auf beiden Seiten, nahe an dieselbe sich anschliessend, diese Mittelzone, als Nebenzonen; als ob, von dem gemeinschaftlichen Stammsitz in Südfrankreich ausgehend, zwei Theile der früheren Kalk- und Sandsteindecke mit dem Alpenzuge wäre fortgerissen worden, zwei andere sich in einiger Entfernung zu selbständigen Gebirgszügen aufgeworfen hätten. Diese Nebenzonen, obgleich grossentheils denselben Altersformationen angehörend, wie die Gebirge des Jura und Apennin, erscheinen doch wesentlich von diesen abweichend, in ihrem Gesteinscharakter und in ihrer Gestaltung. Die in der Mittelzone mit grosser Energie thätig gewesenen Potenzen haben auch sie in ihren Wirkungskreis gerissen. Die Steinarten sind dunkel gefärbt und fest verwachsen, alten Thonschiefern, Grauwacken und Uebergangskalksteinen ähnlich; die Thäler sind meist Spaltenthäler, welche häufig die Schichtung schief durchschneiden; die Gebirgskämme sind felsig gezackt, und der nackte, oft von Karren durchfurchte Fels, oder stets sich erneuernde Trümmerhalden lassen an vielen Abhängen nur eine kümmerliche Vegetation aufkommen.

Die beiden Niederungen zwischen den drei Systemen, im Norden des Alpenzuges das Hügelland von Savoyen und der Schweiz und die Fläche zwischen der Donau und den Alpen, im Süden die Niederung von Piemont und der Lombardie, lassen unter der oft mächtigen Decke von jüngerem Kies, Sand und Lehm bis in jede bekannte Tiefe nur tertiäre Sandsteine, Conglomerate und Thone wahrnehmen, welche am Nord- und Südrande des Alpenzuges sich zu beträchtlichen Hügel- und Gebirgszügen aufwerfen und steile Schichtenstellung zeigen. Erst in beträchtlicher, ungefähr gleich grosser Entfernung von dem Knotenpunkte der drei Systeme werden diese Ablagerungen von den altvulcanischen Gruppen des Hegau's und der Euganeen durchbrochen. Die nämlichen tertiären Bildungen erscheinen im Grunde

der grösseren Längenthäler des Jura und Apennin und in der grossen Niederung, die sich zwischen den beiden Schenkeln der östlichen Alpen nach Ungarn und Siebenbürgen ausbreitet; vom Inneren des westlicheren Alpenzuges sind sie ausgeschlossen.

Eine schärfere Trennung unserer drei Zonen, der Alpen, des Apennin und des Jura, kann nur auf ihren geologischen Charakter gestützt werden. — Der Apennin enthält keine Formation, die wir nicht auch in den Alpen wiederfinden; seine Gestaltung nähert sich derjenigen der alpinischen Kalkstein- und Schiefergebirge; die Richtung seiner Streichungslinie kann nicht als unterscheidender Charakter dienen, da die Alpen selbst sich um Piemont herumbiegen, und im Apennin ebenfalls die Richtung nicht constant ist. Dagegen ist das Auftreten von Granit, Gneis und Glimmerschiefer in centralen Massen den Alpen eigenthümlich. In Italien treten diese Steinarten erst am südlichen Ende des Apennins, in Calabrien, und auf den Inseln des tyrrhenischen Meeres wieder selbständig auf, und ihr Vorkommen ist von dem für die Alpen charakteristischen wesentlich verschieden. Wo demnach jene krystallinischen Centralmassen vorkommen, da stehen wir noch im Gebiete der Alpen, wo sie für immer zu verschwinden beginnen, da betreten wir den Apennin. Nach diesem Kennzeichen kann die Grenze beider Gebirge nur durch Savona, oder, um auch der äusseren Gestaltung Rechnung zu tragen, besser noch durch den Einschnitt der Polcevera und der Bocchetta gezogen werden. Eine Trennung des Gebirges wird hier, in der Spitze des Golfs von Genua, auch durch die veränderte Richtung der Küste und der Gebirgszüge und durch die Ungleichheit der Breite dieser letzteren angedeutet; denn das Gebirgssystem, das, längs der ligurischen Küste fortstreichend, bei Savona sich zwischen den tertiären Ablagerungen seines Nord- und Südrandes bis auf 3 Meilen (20 M.= 1^0) Breite verschmälert hatte, gewinnt zwischen Genua und Voghera sogleich wieder eine Breite von mehr als 12 Meilen.

Mehr Schwierigkeit findet die Trennung der Alpen von dem Jura. Die dunkeln Farben und die grössere Härte,

die in der Mittelzone den Alpenkalk so sicher vom Jurakalk unterscheiden lassen, verlieren sich theilweise, wo das schweizerische Becken gegen die Waadt und Genf hin sich verengt. Der Kalkstein der äusseren, dem Jura genäherten Alpenketten wird dem Jurakalk ähnlich, wie am Moleson und in anderen Gebirgen der Freiburger-Alpen, und in noch höherem Grade in den jüngeren Kalkgebirgen am Ausgang des Arvethales. Als den Alpen eigenthümlich lässt sich dagegen bezeichnen: das Vorkommen der Nummulitenbildung und der über ihr liegenden Macigno- oder Flyschbildung, die Ausschliessung der Molasse und Nagelflue aus dem Inneren des Alpengebietes, die einseitige Schichtenstellung oder plateauartige Bildung der Gebirge, während die Juraketten vorherrschend Schichtengewölbe sind. Prüft man nach diesen Charakteren die Gebirge bei Genf, so überzeugt man sich leicht, dass die Voirons den Alpen, die Kette der Dôle und des Reculet dem Jura angehören. Der Salève, zwischen beiden stehend, ist schwieriger einzuordnen. Das Eindringen der Molasse längs seinem östlichen Fuss und seine gänzliche Isolirung vom Alpengebirge durch jene Tertiärbildung, die Beschaffenheit seiner Gesteine, ihre Aufeinanderfolge und ihr Reichthum an Petrefacten charakterisiren ihn jedoch deutlich als jurassisch, ungeacht des, übrigens noch bestrittenen Vorkommens einer Decke von Nummulitensandstein auf seinem Rücken. Der Gegensatz der beiden Systeme, des alpinischen und des jurassischen, kann wirklich nicht auffallender ausgedrückt sein, als in den zwei, nur durch die Arve von einander getrennten Hügelzügen der Voirons und des Salève. Die Fortsetzung der Grenze beider Systeme folgt also nicht der Verlängerung des grossen Schweizerthales über Genf und Rumilly, sondern dringt, zwischen den Voirons und dem Salève durch, über Villy und Alby nach dem Thale von Aix und Chambery. Der Bourgetsee liegt noch ganz im Jura, der Gebirgsstock der Beauges und die Dent de Nivolet sind alpinisch. Der Mont du Chat, wenn man ihn von Westen her übersteigt, lässt die gewöhnliche Folge der Jurabildungen erkennen, und an seinem Ostabhange liegt unmittelbar auf dem

Neocomien und Rudistenkalk die Molasse; die untere Hauptmasse der Beauges dagegen zeigt den petrefactenarmen, schwer zu bestimmenden Kalk des Chablais und der Waadtländer-Alpen und auf ihrer oberen Fläche erkennt man auf der mächtig entwickelten Kreidebildung Nummulitensandstein und Flysch. Südwärts setzen die Beauges fort in die Gebirgsgruppe des Mont Granier und der Grande Chartreuse. Der sich nahe an sie anlehnende Hügel von S. Claude, oberhalb der Cascade de Coux bei Chambery, scheint nach dem Jurasystem anzugehören, da er unter der Decke von Neocomien den Nerineenkalk des in den Alpen fehlenden Corallien hervortreten lässt; die Hauptmasse dieser Gebirgsgruppe jedoch ist alpinisch. Die Kette des M. du Chat verlängert sich bis les Echelles und, nach einer geringen Verwerfung nach Westen, bis an das Thal der Isère. Die Molasse erscheint als ein schmaler Streifen in der Nähe von S. Laurent du Pont und Voreppe. Die Alpen und der Jura treten auch hier beinahe bis zur Berührung an einander, und der letztere bildet nur einen wenig beträchtlichen Rücken, an dessen westlichen Fuss unmittelbar die jüngeren Kiesbildungen von Voirons und la Tour-du-Pin anstossen, die sich bis an die Rhone und die Granitmassen des centralen Frankreichs ausdehnen. Es kann dieser Rücken als das südlichste Vorwerk des Jura betrachtet werden; die Hauptmasse des Systems aber wird bereits auf der Linie, welche Chambery mit Lyon verbindet, beinahe in ihrer vollen Breite, abgeschnitten. Die Kalkgebirge, welche sich südlich von der Isère in grosser Breite nach der Drôme und bis gegen die Durance hin ausdehnen, stellen sich als eine Fortsetzung derjenigen der G. Chartreuse und der Porte de France dar und müssen den Alpen beigeordnet werden, obgleich der Nummulitensandstein und Flysch erst östlich von Gap und Digne auftreten, und die Nagelfluh und Molasse, welche in der Regel die äussere Grenze des Alpensystems bezeichnen, von West her, nachdem sie sich um jenes Kalkgebirge umgebogen, bis Digne eingreifen.

Die Schweiz und ihre nächsten Umgebungen umfassen den Jura und die Alpen in ihrer mächtigsten Entwicklung.

Die Formationen und Gebirgsarten der Alpen stehen bei Genua in unmittelbarem Zusammenhang mit denjenigen des Apennins, und beide Gebirge gehören, nach dem Totalcharakter ihrer Sedimentfolge, in das Gebiet des südlichen und südöstlichen Europa, das in allen neueren Bildungen so auffallend sich von Nord- und Westeuropa und auch vom Jura unterscheidet. Einer Geologie der Schweiz eine Uebersicht der drei nahe an ihren Grenzen zusammenlaufenden Gebirgssysteme vorausgehen zu lassen, wird nicht unzweckmässig erscheinen.

DER APENNIN.

Aus dem welligen Hügelland tertiärer oder vulcanischer Bildungen erhebt sich das höhere Gebirge des Apennins und bildet den schönen Hintergrund italienischer Landschaften; nicht als schroffe Felswand, wie oft die Kalkalpen, aber auch nicht als ein gleichförmiger, fortlaufender Wall mit horizontalem Kamm, oder flachen Erhebungen des Rückens, wie der Jura. Die Gestaltung entbehrt nicht der Mannigfaltigkeit, ist aber nicht wild. Kühnere Formen der Gipfel, coulissenartig hervortretende Ausläufer, stufenweise Unterbrechungen des Abhanges und die reiche Vegetation dunkler Kastanien- oder Eichenwälder, zuweilen unterbrochen durch schroffe Felsabstürze, erzeugen oft höchst malerische Ansichten. Im Inneren des Gebirges fehlen die vielgestalteten Thäler der Alpen, aber auch die ermüdend einförmigen Längenthäler des Jura.

Der südliche Apennin, von Cetrato, wo er an den Granit von Calabrien anstösst, bis zu den Quellen der Tiber in Toscana, besteht vorherrschend aus Kalkstein, dessen helle Farben an Jurakalk erinnern, und aus Dolomit. Den Petrefacten zu Folge gehören auch allerdings die tieferen Stufen dieser Kalkgebirge, theils dem Lias, theils dem Oolith, vorzüglich, wo nicht ausschliesslich, der mittleren oder Oxfordstufe, an. Die höheren Massen aber enthalten oft in grosser Menge *Hippuriten*, *Caprotinen*, *Nerineen*,

und müssen den weit verbreiteten südeuropäischen Kreidebildungen beigeordnet werden, sowohl dem Rudistenkalk mit *Caprotina ammonia*, als dem höheren Hippuritenkalk der weissen Kreide. Diese Kalkbildungen werden überlagert und oft ganz verhüllt durch schiefrige Mergelkalksteine und Sandsteine, welche zuweilen Nummuliten, häufig aber Fucoiden enthalten, und an diese Bildungen lehnen sich die tertiären Hügel des Tieflandes. — Organische Ueberreste von höherem Alter als der Lias sind bis jetzt durch ganz Unter- und Mittelitalien nicht aufgefunden worden, und auch die Trennung des Jurakalks von der Kreide, und die Unterscheidung einzelner Formationen in den zwei grossen Kalksteingruppen ist noch nicht vollständig gelungen. — Die Schichtenstellung ist veränderlich, und aus dem häufigeren Wechsel des Streichens und der Fallrichtung erklärt sich die grössere Mannigfaltigkeit der äusseren Formen.

Die nähere Beschreibung einiger Theile dieser Kalksteingebirge wird ihre Beschaffenheit noch heller beleuchten.

Die Landzunge, welche den Golf von Neapel von dem von Salerno scheidet, und deren westliches, losgetrenntes Ende die Insel Capri bildet, ist ein Ausläufer der Apenninenzone. Die Gestaltung erinnert durch tief eingerissene Schluchten, felsigte Abstürze und Gipfel an alpinische Gegenden, und das Gebirge erhebt sich im S. Angelo 1420 m. hoch über das Meer. Die Schichtung fällt im Allgemeinen nach NW, daher die dem Golf von Neapel zugekehrte Seite weniger steil und meist bewachsen, die entgegengesetzte schroff abgestürzt ist. Die untere Masse besteht aus dunklem, bituminösem Kalkstein, die obere vorherrschend aus breccienartigem oder feinkörnigem Dolomit. An mehreren, zum Theil sehr hoch gelegenen Stellen wird der Kalkstein oder Dolomit von vulcanischem Tuf bedeckt.

Wenn man von Castellamare die Strasse nach Sorrento einschlägt, so stösst man bald auf Anbrüche von dunklem Kalkstein, deutlich in dicke, NW fallende Bänke abgesondert. Am Capo d'Orlando enthält dieser Kalk Fischabdrücke, *Pycnodus rhombus*, *Notagogus Pentlandi*, N. *latior*, *Pholidophorus fusiformis*, *Semionotus pustulifer*, S. *minutus*, S. *Pentlandi*, die Agassiz als jurassisch erklärt hat. Gegen

Vico zu wird er überlagert von einer bei 10 m. mächtigen vulcanischen Tufmasse, tritt aber weiterhin bald wieder hervor. Bevor man, jenseits Vico, Sojano erreicht, zeigt sich eine über 1 m. mächtige Bank, ganz erfüllt mit Hippuriten. Der mit ihnen verwachsene Kalk ist brännlich, und gibt im Anschlagen starken bituminösen Geruch. Schon bei Meta betritt man wieder vulcanischen Tuf, der sich nun mächtig in einer breiten Terrasse bis jenseits Sorrento ausbreitet und hier so steil gegen das tiefliegende Meer abfällt, dass man, wie in einem bergmänuischen Schachte, nach der Marina hinabsteigt. Oberhalb der Stadt hebt sich der Kalk wieder hervor und wird bedeckt von Macigno, der sich am mittleren Abhange bis nach Vico zu erstreckt, dunkelgrau, feinkörnig, mit Glimmerschuppen und Kohlentheilen. Höher nach dem Kamm des Gebirges zu ist körniger Dolomit anstehend.

Die Insel Capri, durch eine Niederung in Capri und Anacapri geschieden, zeigt nach allen Seiten hohe Abstürze von hellgrauem Kalkstein, oder Dolomit, ohne deutliche Schichtung, mit zahlreichen Grotten, in welche das Meer eindringt und wundervolle Reflexe des Sonnenlichtes erzeugt. Im fast weissen Kalksteine von Capri sah Hoffmann mannigfaltige fest mit dem Gesteine verwachsene Ueberreste von Korallen, Crinoiden, Gasteropoden, Acephalen, Cephalopoden. — Die Felsabstürze und Höhlen von Capri setzen auf der Südseite der Landzunge fort bis in die Nähe von Salerno. Das Kapuzinerkloster von Amalfi klebt an hohen Kalkwänden, zwischen deren Fuss und dem Meere das Städtchen kaum Raum zu einer schmalen Strasse findet. Die Steinart ist vorherrschend Dolomit, vielfach zerspalten und breccienartig, am Wege nach dem Kloster mit Spuren von Petrefacten. Die obere Hälfte des Gebirges ist weniger steil; sie zeigt Gras- und Gebüschhalden, aus denen nackte, oder nur theilweise mit magerer Vegetation bekleidete Felsstöcke hervorragen. Auch in der Umgebung von Salerno sieht man an einzelnen Stellen deutliches Nordfallen; in der Regel jedoch ist die Steinart, wie um Amalfi herum, ohne Schichtung, vielfach zerspalten, zum Theil sandig, und die Felswände zeigen kleinere und grössere mit Stalaktiten

ausgekleidete Höhlen. In der Valletta, zwischen la Cava und Nocera, erscheinen die Gebirge dieses Dolomits oder Kalksteines, auf beiden Seiten des Thales, als regelmässige Kegel, steil und bis oben bewachsen. Die Erosion hat hier dieselben Gestalten erzeugt, wie gegen Neapel hin der vulcanische Auswurf.

Von Rom nach dem Apennin zu ist die Campagna vorherrschend mit Travertin bedeckt, unter welchem, in der Umgebung der Stadt und in dieser selbst, vulcanische Tufe mit Einlagerungen von Bimssteinlapilli hervortreten. Auf diesen von Travertin bedeckten Tufen steht auch Tivoli, auf einer Vorstufe des Apennins. Der neue Emissario des Teverone jedoch durchbricht im Monte Catillo NW fallende Kalklager, welche, mehrere hundert Fuss über der Ebene, ebenfalls theils von vulcanischem Tuf, theils von Travertin bedeckt sind. Gegen den Hintergrund des Thales der Cascatellen, am östlichen Abfall des Catillo, liegt auf dem Kalk ein mehrere Meter dickes Conglomerat von Kalkblöcken und Kalktrümmern, das sich im Thale des Teverone weit in's Gebirge hinein verbreitet, auf diesem Conglomerat ein klafterhohes Lager von Bimssteinlapilli, und noch höher folgen erdige braune Tufe, ähnlich denen der römischen Hügel. Im Hintergrund des Thales ist wieder Kalkstein mit Feuersteinknauern anstehend, aber mit SO Fallen, so dass in der Gegend des grossen Wasserfalles eine antiklinale Linie durchsetzen muss.

Aehnliche Sattelbiegungen, verbunden mit beträchtlichen Verwerfungen, zeigt, nach Murchison, der Kalkstein auch, wenn man tiefer in's Gebirge eindringt. Bei Olivano ist derselbe bedeckt von einem sandigen Kalksteine, der *Nummuliten* und *Pectiniten* einschliesst. Er gehört der Grundlage des Macigno an, der öfters in dieser Gegend den Kalkstein begleitet und, in Folge der Verwerfungen, auch wohl damit zu wechseln scheint. Bei Subiaco besteht der Gipfel des Hügels, welcher die Kirche S. Maria della Valle trägt, aus horizontalem Travertinconglomerat, mit Streifen von bald sehr festem, bald zerreiblichem Süsswasserkalk und Thon voll *Planorben*. Die tiefere Masse des Hügels ist W fallender, knotiger Macigno, dessen untere,

aus einem sandigen, bräunlich weissen Kalkstein bestehende Lager *Nummuliten* und *Pectiniten* enthalten und unmittelbar dem Kalkstein der umliegenden Gebirge aufgelagert sind. Dieser gehört der Kreide an und man findet darin, am Wege von S. Benedetto nach Jenna, *Hippuriten*. In seinen Höhlen gründete der h. Benedict die erste Kirche des später so berühmt gewordenen Ordens.

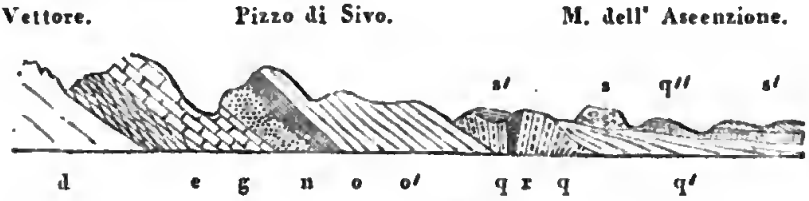
Nach Uebersteigung mehrerer Macigno- und Kalksteinketten gelangt man, östlich von Subiaco, in der Meereshöhe von mehr als 600 m., an den grossen See von Fucino, umgeben von hohen Bergmassen, unter welchen sich auf der Nordseite der über 2300 m. hohe M. Vellino besonders auszeichnet. Hoffmann, dem wir diese Nachrichten entnehmen, fand die Ebene des See's mit rother vulcanischer Erde bedeckt und den vom Wasser ausgeworfenen Sand voll Augittrümmer. An dem Emissario aber, durch welchen die Römer dem die Ufer bedrohenden Hochwasser einen Abfluss in den Liris eröffnet hatten, zeigt sich deutlich geschichteter hellgrauer Kalkstein mit dicht gedrängten *Hippuriten*, schwach Ö fallend. Bis nach dem nackten Felsgebirge des Gran Sasso oder M. Corno, der nach Schouw zu 2902 m. Meereshöhe aufsteigt, scheinen keine älteren Formationen hervorzutreten. Hippuritenkalk der jüngeren Kreide bildet die Grundlage, Nummulitenkalk und Macigno, oder der noch jüngere Travertin und vulcanische Tuf die Decke. Aber das Gebirge wird wilder und kahler, je mehr man sich jenem Culminationspunkte nähert; öde Hochflächen und schluchtartige Engpässe wechseln ab mit begrasten Thalgründen und fruchtbaren Gebirgsflächen; Felsvorsprünge oder isolirte Höhen tragen die Bergstädte und Klöster der Abruzzen. „Von Aquila, schreibt Hoffmann, geht man über söblige Bänke eines Travertinconglomerates von grauem dichtem Kalk, umgeht bei Bazzano einen breiten Höhenzug und tritt in die wasserreiche Ebene von Paganico. Alles hier ist Kalkstein; ein weisser und dichter, dem Jurakalk gleicher, ein groberdiger, wie Kreidemergel, ein hellgrauer mit vielen grünen Körnern wechseln mit den gewöhnlichen grauen Abänderungen des Apenninenkalksteines ab. Die Basis der Bergkette, deren

Hauptgipfel im engeren Sinne der Gran Sasso d'Italia bildet, erreichten wir bei dem Kloster Asurgio, welches sich in etwa 3200 F. Meereshöhe befindet, und noch 2500 F. höher befanden wir uns auf einer ausgedehnten Hochfläche, nahe an der Grenze der noch etwa 200 F. höher ansteigenden subalpinen und der alpinen Vegetation. Die letzten Kornfelder sahen wir in 4850 F., die letzten Spuren der Baumvegetation, niedriges Buchengestrippe, in 5500 F. Meereshöhe. Ueber Rasen alpiner Pflanzen stiegen wir noch bis zu der 7200 Fuss hohen Cima della Marchesa und hatten nun in dem Kegel des Gran Sasso eine der erstaunenswürdigsten Erscheinungen vor uns, welche Hochgebirge aufzuweisen haben. Furchtbar schroff ist der Abfall dieser überaus kühnen Bergform gegen das adriatische Meer hin, das sich frei vor uns ausbreitete. Der ununterbrochene erste Sturz von dem Gipfel bis zur Basis mag reichlich 6000 F. betragen; nur einzelne Schneeflecken hängen an dem durchaus nackten Felskegel. An dem schmalen Rücken zur Cima della Marchesa hinauf erscheint grauer dichter Kalkstein in 2 bis 3 Zoll dicke Lager abgesondert, mit sich verlaufenden rothen Flecken und Hornsteinknauern, die ausgewittert aus dem Felsen hervorragen. Das Fallen ist, wie am Gran Sasso auch, mit 20 bis 30 ° nach NW. Auf dem Gipfel der Marchesa fanden wir mit Mühe einige *Terebrateln* und *Ammoniten*, die dem *A. Gowerianus Sow.* nahe stehen, so dass dieser Kern des Gebirges dem Jurakalk anzugehören scheint. Er wird jedoch bald von Kreide bedeckt. Der Kegel des Gran Sasso hängt gegen SO durch einen scharfen Felsgrat mit dem nur wenig niedrigeren M. della Camigia zusammen. Zwischen beiden durch, in schneeweissem, schön körnigem und drusenreichem Dolomit, der wahrscheinlich bis in den Gipfel der Camigia fortsetzt, führt eine Saumthierstrasse nach Teramo. Dieser Pass liegt in 6000 F. Meereshöhe. Ein ähnlicher Gipfel, la Cefalonia, erscheint auf der Nordseite des Gran Sasso, durch eine tief eingeschnittene Felsschlucht von demselben getrennt. Der untere Abhang der Cefalonia zeigt nur grauen dichten Kalkstein, in dünnen Schichten, voll

löchriger Lager und Knauer von grauem Hornstein. Die herabgestürzten, oft hausgrossen Blöcke zeigen ausgewitterte *Hippuriten*, wie bei Subiaco, und auch wohl *Radiolithen*.“

Die drei Gipfel des Gran Sasso sind indess keineswegs die einzige Stelle in diesem Theile des Apennins, wo Jurakalkstein unter der Kreide oder den eocenen Bildungen hervortreten. Bei Cesi, in der Nähe von Terni, am Westrande des Apennins, fand Murchison rothe, mitteljurassische Kalksteine und Schiefer mit *Ammon. tatricus* und *A. biplex*. Sie bilden einen steilen Abfall gegen die tertiären subapenninen Ablagerungen des Tiberthales und ruhen auf einem grauen Kalkstein mit Hornsteinknauern von vielleicht tausend Fuss Mächtigkeit. Ueber dem rothen Kalk sieht man deutlich geschichtete Kalksteine und dolomitische Massen. Nördlich vom Gran Sasso, und ungefähr im Streichen desselben, entdeckte Ponzi, nach der Angabe von Murchison, jurassische Ammoniten in dem Gebirgszuge, der von Col Fiorito nach Scheggia fortsetzt.

An diese Nachrichten über die Beschaffenheit des Apennins von Tivoli bis zum Gran Sasso lässt sich der Durchschnitt anschliessen, den Orsini und Spada vom Monte Sibilla, etwas nördlich vom Gran Sasso, über Ascoli bis an das adriatische Meer gezogen haben (Bull. geol. 19. Mai 1845).



d Dolomit.
e Jurakalk.
g Rother Ammonitenkalk und Majolica.
n Nummulitenkalk.
o Graue Seaglia mit Fucoiden.
o' Macigno.
q Miocener-Sandstein.
q' Blaue subapenn. Mergel.
q'' Gelber Sand.
r Gyps.
s Conglomerat.
s' Travertin.

Als die tiefste Formation erscheint in diesem Theile des Apennins ein Dolomit d, der nach der Höhe zu in

gleichförmiger Lagerung sich verbindet mit einer mächtigen Kalkformation e, welche rothe, graue und schwarze Hornsteinknauer enthält. Ueber diesem grauen Kalk liegt, ebenfalls gleichförmig, rother Kalk g mit rothem Hornstein und jurassischen Ammoniten, in der Höhe übergehend in weissen Kalk, *Majolica* oder *Biancone*. Man hat diesen rothen Ammonitenkalk, oder einen ihm ähnlichen, an vielen weit aus einander liegenden Stellen des Apennins und auch in den südlichen Kalkalpen wiedergefunden und als einen sicheren geognostischen Horizont betrachtet, um die über und unter ihm liegenden Formationen in die allgemeine Altersfolge einzuordnen. Die Steinart und ihre wechselnde Färbung hat sich indess fast überall noch, wo man ihr zu folgen geneigt war, als ein sehr trügerischer Führer bewiesen. Orsini fand, nach Pilla (Bull. 16. Febr. 1846) am M. Corno den *A. costatus*, was auf Lias hindeutet, in so fern der Bestimmung zu vertrauen ist. Ueber der Majolica folgt, im Profil von Orsini, unmittelbar Nummulitenkalk n, über diesem ein grauer Mergelkalk o mit Fucoiden, den Orsini *Scaglia* heisst, der aber unzweifelhaft mit dem Alberese in Toscana übereinstimmt, und dann, als Hauptmasse des Apennins dieser Gegenden, *Macigno* o′ und q mit Lignittrümmern, und so enge verbunden mit dem Nummulitenkalk und Alberese, dass man diese drei Bildungen als zusammen gehörende betrachten muss. Ueber dem Macigno q, den Orsini, wohl nicht mit Recht, wegen abweichender Lagerung von der übrigen Masse trennt und für tertiär hält, liegt unmittelbar der tertiäre Mergel der subapenninischen Hügel q′ mit seiner gewöhnlichen Decke von gelbem Sand q″, und über diesem liegen die jüngsten Bildungen s und s′. Der Hippuritenkalk, den man zwischen g und n zu finden erwarten durfte, scheint hier, am Ostabfall des Apennins, zu fehlen.

Der nördliche Apennin zeigt in Mehrerem eine von dem südlichen abweichende Beschaffenheit. Das Streichen der Gebirgsaxe, das von Calabrien her bis an die Quellen der Tiber und des Arno der Richtung N 40 W folgte, wirft sich hier in N 65 W. In Toscana ferner löst sich,

an den Quellen des Serchio, von dem Hauptstamme des Gebirges eine westliche Verzweigung ab, die in der Nähe der Küste bis in den M. Argentaro fortstreicht. Zwischen diesem Seitenzweig und dem Hauptgebirge liegt im Gebiete des Serchio das schattenreiche Thal der Garfagnana und der Bäder von Lucca, im mittleren und südlichen Toscana das tertiäre Hügelland von Siena und Ricorsi, im römischen Gebiete die vulcanische Bildung und der See von Bolsena.

Die Massen des tertiären Hügellandes sind in neuerer Zeit in mehrere Bildungen getheilt worden, deren Altersverschiedenheit jedoch bis jetzt durch organische Charaktere nicht mit voller Sicherheit begründet werden konnte. — Mit Uebergehung der jüngeren Süsswasserbildungen von Siena, und der zum Theil noch fortdauernden Travertin- oder Kalktufbildungen von S. Vignone, S. Filippo u. a. Stellen, besteht die obere Decke des Tertiärlandes aus gelbem Sand und lockerem Sandstein, nicht selten Austern und Pectiniten einschliessend und zuweilen (Massa maritima, Volterra) in einen festen bräunlichen Sandstein oder sandigen Kalkstein mit vielen Muscheln und Steinkernen übergehend, der *Panchina* heisst und als Baustein benutzt wird. — Unter diesem Sand und Grobkalk liegen die blauen Mergel, *Creta* oder *Mattajone*, in welchen vorzugsweise, in Toscana, wie bei Rom, oder in den Hügeln von Parma, die wohl erhaltenen Conchylien der Subapenninen-Hügel vorkommen. — Nach Coquand zeigt sich, vorzüglich in der Umgebung von Pomerancia und im Thale des Pavone, unter den blauen Mergeln ein gelblicher Meereskalk, den er Molasse nennt, mit *Pecten latissimus* Br., *Pect. benedictus* Lam., *Turritellen*, *Turbo*, *Pleurotoma*, *Voluta*, *Pirula*, *Conus*. Dieser Kalkstein ist den blauen Mergeln gleichförmig stratificirt, und es ist wohl noch zweifelhaft, ob er allgemein verbreitet und paläontologisch davon zu trennen sei. — Die unterste Tertiärstufe, das *Terziario ofiolitico* von Savi, besteht in seinem höheren Theile aus Conglomeraten von Kalk, Macigno, Iaspis und mannigfaltigen Serpentin- und Gabbro-

geröllen, womit graue und grüne Sandsteine und Mergel abwechseln, in der Tiefe aus Mergeln und festeren, dem Macigno ähnlichen Sandsteinen. Die selten vorkommenden Petrefacten scheinen theils Meer-, theils Süsswasserconchylien zu sein; charakteristisch sind aber Blattabdrücke von Dikotyledonen und vorzüglich Lager von schwarzem Lignit, die man öfters für Steinkohlenlager gehalten und auszubeuten versucht hat, wie bei Rocca Tederighi, Monte Vaso und Caniparola. Savi ist geneigt, keine scharfe Trennung zwischen dem Terziario ofioliticho und den blauen Mergeln anzunehmen und die ganze Folge von Bildungen, von der Panchina abwärts bis zum Macigno, als derselben Formation angehörend zu betrachten. Nach de Collegno wären die *Panchina* und die blauen Mergel pliocen, das *Terziario ofioliticho* miocen. Coquand will die ersteren ebenfalls als pliocen, dagegen seinen gelblichen Meereskalk als miocen und das *Terziario ofioliticho* als eocen erkennen.

Das Hauptgebirge des Apennins unterscheidet sich von seiner südlichen Fortsetzung in den Abruzzen vorzüglich durch das mächtigere und allgemeinere Auftreten des Macigno und durch sporadische Ausbrüche von Serpentin. Der *Macigno*, die *Pietra serena* oder *Pietra forte* der Florentiner, ist ein fester Sandstein, im Inneren meist dunkelblaulich, äusserlich bräunlich grau, Quarzkörner und weisse Glimmerschuppen durch Mergelcement verbunden; theils so feinkörnig, dass die Körner und Glimmerpünktchen nur durch ihren Glanz erkannt werden, theils grobkörnig und in ein Conglomerat, *Cicerchina*, von weissen, auch wohl schwarzen und rothen Kieselgeröllen übergehend. Nicht selten enthält auch der feinkörnige Stein vereinzelte Kiesel, häufiger noch grössere oder kleine Trümmer von schwarzem Schiefer. Die Schichten sind mehrere Fuss bis ein Klafter dick, oft aber auch so dünn, dass der Stein zu Sandsteinschiefer wird, dessen kaum liniendicke Straten mit weissen Glimmerblättchen bedeckt sind. Dickere Schichten sind oft durch ein Mergelbesteg getrennt, das die Oberfläche überzieht und zuweilen auf denselben wulstartige Figuren, Wurzeln, Würmern, Fusstritten ähnlich, bildet. Durch Klüfte, meist mit Kalkspath ausgefüllt und senkrecht auf die

Schichtung, zertheilen sich dickere Schichten in polyedrische Stücke. Verkohlte oder braune Pflanzentrümmer, ohne bestimmtere Form und Structur, oft als fein zertheilter Staub, oder in dichteren Partie'n die Schichtflächen bedeckend, sind die einzigen organischen Ueberreste, die bis jetzt in dem Macigno sind gefunden worden.

Man citirt noch ein im vorigen Jahrhundert von Micheli gefundenes Bruchstück, das einem *Hamiten* ähnlich gewesen sein soll, einen von Pentland im Pflasterstein von Florenz und einen von Pareto bei Genua gefundenen *Ammoniten*. Ob diese drei Stücke, die einzigen durch ganz Italien seit Jahrhunderten entdeckten, mit Recht als dem allgemein verbreiteten Macigno angehörend betrachtet werden, wollen wir nicht entscheiden. Es können im Apennin, wie in den Alpen, im Alter sehr verschiedene Formationen petrographisch nicht wesentlich von einander abweichen, so dass nur in anstehendem Fels und in beträchtlicher Zahl gefundene Petrefacten zu einem Urtheile berechtigen. Jene drei Cephalopoden könnten auch aus älteren Formationen in den Macigno binein gerathen sein.

Dem Macigno ist, besonders nach der Tiefe zu, weicher, hell- oder dunkelgrauer thoniger Kalk, *Alberese*, und Kalkschiefer oder Mergel, *Bardellone*, eingelagert, mit nicht seltenen Abdrücken von Fucoiden, besonders *F. intricatus*, *furcatus*, *aequalis*, *Targioni*, auch Abdrücken vielfach gewundener Pflanzenformen, welche Pareto *Mäandrinen* nennt. Es bildet dieser Alberese bald nur dünne vereinzelte Zwischenlager im Macigno, bald schwillt er an zu bedeutenden Stöcken und scheint beinahe den Sandstein verdrängen zu wollen.

Festere, schwarze Abänderungen des Schiefers werden auch wohl als Dachschiefer benutzt, dauern indess selten lange aus.

Man mag von Bologna oder von Modena aus den Apennin übersteigen, stets ist Macigno und Alberese die fast allein hervortretende Steinart. Von Fanano bis auf den nackten Gipfel des 6600 Fuss hohen Cimone sah Spallanzani kein anderes Gestein. Es ist in der Umgebung

von Florenz, besonders bei Fiesole, in grossen Steinbrüchen aufgeschlossen.

Unter dem Macigno, oder als Einlagerung in denselben, erscheint bei Florenz auch Nummulitenkalk. Bei Mosciano, SO von der Stadt, fand Hoffmann S fallende graue und rothe Mergelschiefer, in Toscana Galestro genannt, und über diesen dicke Bänke von grauem Kalkstein mit *Nummuliten*, *Enkriniten*, *Echinitenstacheln*, *Pectiniten*. Dem Kalkstein sind Lager und Knauer von Feuerstein untergeordnet. Zum Theil geht er auch über in eine Breccie, die *Granito* heisst, mit Stücken von Nummulitenkalk, Feuerstein und, auffallend genug, von Gneis und Glimmerschiefer. Unter dem Galestro und Nummulitenkalk liegt, wie auch Murchison bestätigt, Alberese mit *Fucoides intricatus* und *F. Targioni*, die sonst in der Decke des Nummulitenkalkes vorkommen. Ueber dem Nummulitenkalk aber folgt, wie gewöhnlich, eine mächtige Masse von Macigno.

Auch Jurakalk tritt hervor. Im Westen des Durchschnittes von M. Vettore beschreibt De Vecchi (Bull. géol. n. série, IV) die Lagerfolge am Monte Cetona, eines im Meridian streichenden Bergrückens, der östlich von dem vulcanischen Gebiete von Radicofani und M. Amiata, die Tertiärbedeckung durchbricht. Die angeführten Thatsachen beweisen offenbar das Vorkommen von Jurakalk, obgleich die Bestimmung der Ammoniten und die von Vecchi versuchte Deutung der Formationsreihe kaum richtig sein möchte.

Die Axe der Kette besteht aus hellgrauem, massigem Kalkstein d, der mit Rauchwacke und weissem zuckerförmigem Dolomit verwachsen ist und keine Kieselknauer, dagegen aber Bergkrystalle einschliesst. Ueber ihm liegt auf beiden Seiten rother, wohl geschichteter Kalkstein g, mit häufigen Hornsteinlagern und Ammoniten, welche als *A. Conybeari*, *A. tortilis*, *A. Braunianus*, *A. heterophyllus*, *A. tatricus*

bezeichnet werden. Dann folgt eine mächtige Schieferbildung, ohne Petrefacten, in der Tiefe abwechselnd mit Kieselschiefer h, in der Höhe als rother oder grüner Galestro h″, beide getrennt durch eine Einlagerung von grauem, verwachsen körnigem Kalkstein mit Hornsteinknauern h′. Die oberste Decke bildet ein grauer, merglichter Kalkstein i, ohne Hornsteine, worin Vecchi einen von Pilla als *A. serpentinus* bestimmten Ammoniten gefunden hat. An diese geneigten Schichten stösst auf beiden Seiten der subapenninische Thon q. — Abgesehen von dem Ammoniten, welcher die obersten Kalkmassen, im Widerspruch mit den übrigens auch nicht gut zusammenstimmenden Ammoniten des rothen Kalkes g, als Lias bezeichnen würde, hätte man diese merglichten Kalksteine wohl eher für Alberese halten mögen.

Ein zweiter Fundort jurassischer Ammoniten, der ebenfalls noch dem Hauptstamme des Apennins angehört, ist im nördlichen Toscana bekannt geworden: nahe an dem Gebirgsknoten, wo das Küstengebirge sich von dem Hauptstamme lostrennt.

Wenn man aus dem Thalgrunde der Garfagnana am westlichen Abfall des Apennins aufsteigt, so gelangt man durch SW fallende Kalklager, roth und grau in einander verwachsen und schwarze Feuersteinknauer einschliessend, nach dem mehr als 1000 m. hoch liegenden Dorfe Sasso Rosso, auf einer hohen Vorstufe des Apennins, der Pania di Corfino, stehend und zum Theil von der Bearbeitung des als Marmor ausgebeuteten rothen Kalksteines sich nährend. Wie in den Abruzzen zeichnet dieser rothe Kalk sich aus durch seinen Reichthum an Ammoniten. Hoffmann fand, nebst vielen nicht bestimmbaren, einen unzweifelhaften Liasammoniten, dem *Conybeari* nahe stehend, wenn nicht damit identisch; Pilla citirt *A. obtusus* aus dem Lias und *A. tatricus* aus dem Oxford; die von mir gesammelten, schlecht erhaltenen Stücke zeigen mit Liasammoniten, aus der Familie der Arietes, die meiste Verwandtschaft.

An mehreren Stellen dieser Gebirge zeichnet sich der Mergelschiefer aus durch eine eigenthümliche Beschaffenheit

und heisst dann, zur Unterscheidung von dem gewöhnlichen Bardellone, *Galestro*. Er ist deutlicher schiefrig, mürbe und leicht zerfallend, und besitzt lebhaftere, meist rothe, grüne oder hellbraune Farben. Mit dem Galestro verbindet sich häufig rother *Jaspis*, theils als Zwischenlager, theils in mächtigen, durch Stratification und Zerklüftung deutlich abgesonderten Lagerfolgen. So bei Barga, am Abfall des Apennins gegen die untere Garfagnana, wo die ausgedehnten Galestro- und Jaspismassen, schon frühe von der Industrie ausgebeutet, gewöhnlichem Alberese aufgelagert sind und nach der Höhe zu mit grauem Kalkstein, oder auch mit Kieselbreccien abwechseln. — In einer engen, wohl nicht zufälligen Verbindung mit diesen rothen und kieselreichen Gesteinen tritt an verschiedenen Punkten *Serpentin* und *Gabbro (Granitone)* auf. Sie überlagern in der Regel den Jaspis und Galestro, und diese ihrerseits liegen auf Alberese oder Macigno. So am Monte Ferrato, zwischen Pistoja und Prato, und bei Pietramala, auf der Höhe des Apennins, zwischen Florenz und Bologna.

Es liegt nahe, mit Brongniart, Savi u. a., den Galestro und Jaspis als metamorphisirte Alberese- und Macignomassen zu betrachten, entstanden durch den Einfluss des feurig flüssig oder doch sehr erhitzt ihnen aufgesetzten Gabbros und Serpentins. Für diesen Ursprung spricht das fleckweise Vorkommen jener Steinarten mitten zwischen grauen Schiefern und Sandsteinen, und ihr unmittelbarer Zusammenhang mit denselben. Es wird auch eine Verbindung zwischen dieser Umwandlung und dem Vorkommen des Serpentins angedeutet durch das gleichzeitige Auftreten dieser Gesteine. Denn, obgleich allerdings auch Galestro- und Jaspismassen sich nachweisen lassen, die, wie z. B. bei Barga, nicht von Serpentin begleitet sind, so ist doch das Vorkommen jener Steinarten im Apennin und in anderen Gegenden stets auf die Serpentinregionen beschränkt, und im südlichen Apennin, wie in Sicilien, wo der Serpentin fehlt, sind auch jene bunten Gesteine ausgeblieben. Durch einen einfachen Contacteinfluss heisser Massen wird aber freilich die Umwandlung zum Theil mehrere hundert Fuss mächtiger

Mergelschiefer und Sandsteine in Galestro und Jaspis sich nicht leicht erklären lassen.

Die Formationsfolge des nördlichen Apennins erscheint, nach dem Bisherigen, noch einfacher, als die des südlichen, da der Hippuritenkalk zu fehlen und auf die Jurabildungen unmittelbar der enge mit Macigno verbundene Nummulitenkalk zu folgen scheint. Auch dieser Nummulitenkalk zeigt sich aber auf nur wenige Stellen beschränkt, and darf kaum als selbständige Bildung betrachtet werden; er verschwindet beinahe neben dem allgemein herrschenden Macigno und Alberese. Die Serpentinausbrüche und Galestropartie'n allein bringen einigen Wechsel in diese Einförmigkeit.

Eine mannigfaltigere Gestaltung zeigt das Küstengebirge. Es hat dieses schon im vorigen Jahrhundert, als Targioni sich durch wissenschaftliche Bereisung seines Vaterlandes verdienten Ruhm erwarb, die Aufmerksamkeit mehr als der Hauptstamm des Apennins auf sich gezogen, und es rechtfertigt dieses höhere Interesse in jeder Beziehung: durch grössere Mannigfaltigkeit der Steinarten, zahlreicher hervorgetretene Altersformationen, vielfache und zum Theil noch fortdauernde Aeusserungen der inneren Erdthätigkeit, reiche Erzmassen, so wie auch durch den Wechsel und die malerische Schönheit der Landschaft. — Nach der äusseren Gestaltung zu urtheilen, würde man allerdings kaum von einem selbständigen, einzelnen Gebirge reden; nur die Geologie lehrt diese aus einander gerissenen Massen, die zum Theil von den tertiären Hügeln von Volterra und Siena überragt werden, zusammenzufassen und zu einer Gebirgseinheit zu verbinden.

Die Halbinsel des M. Argentario, das südlichste Ende unseres Küstengebirges, hängt nur durch schmale und niedrige Dämme mit dem Lande zusammen. Denkt man sich dieselbe mit der Insel Giglio, durch Erhebung des sie trennenden Meeresarmes, vereinigt, so wiederholt sich die Structur von Elba: ein westliches Granitgebirge, an welches gegen Osten hin Macigno- und Kalkhügel anstossen.

Auf dem Festlande trennt die Fiora das vulcanische Gebiet von Bolsena von einem vielfach durchschnittenen, wegen Mal-Aria wenig besuchten Gebirgs- und Hügellande,

worin die Schwefelgruben und Antimon führenden Quarzgänge von Pereta und Selvena, so wie die mephitischen Quellen am M. Labro, an die Nähe von subterraner Thätigkeit erinnern. Dasselbe lehnt sich in NO an den trachytischen M. Amiata, auf dessen Ostseite, bei S. Filippo, die Spuren fortdauernder vulcanischer Processe noch entschiedener hervortreten. In diesem ganzen Gebiete sind Alberese und Macigno die herrschenden Steinarten.

Die Küste nordwärts verfolgend, erblicken wir, nachdem das breite Tiefland von Grosseto zurückgeblieben, die beinahe isolirte, meist von Sümpfen umschlossene Hügelgruppe von Gavorrano, nur durch einen schmalen Rücken zusammenhängend mit den Kalkgebirgen von Massa und Montieri, in welchen, gegen die Cecina hin, die heissen, Boraxsäure führenden Dampfausströmungen der Lagoni vorkommen. Ein westlicher Ausläufer dieses Gebirgslandes bildet, bei Campiglia, den M. Calvi, und erhebt sich jenseits der Niederung, in welche die Cornia ausmündet, wieder in dem Rücken von Populonia und Piombino, dessen Fortsetzung wir in dem östlichen Theile der Insel Elba finden. Im Norden der Cecina erstreckt sich ein ähnliches, vielfach durchschnittenes Hügelland, wie das von Massa, bis an die breite Thalfläche des Arno. Beide zeigen das Eigenthümliche, dass, zur Vermeidung der Mal-Aria, der benutzte Theil des Bodens nicht, wie anderwärts in den Thalgründen, sondern auf den Höhen liegt; die Strassen ziehen über den obersten Kamm der Bergrücken, die Städte und Dörfer stehen auf den Gipfeln der Hügel. Beide ferner zeichnen sich aus durch Reichthum an Erzen, und Savi hat daher auch diese Küstengebirge in der von uns festgehaltenen Ausdehnung, von M. Argentario bis Spezia, das *metallführende Gebirge* genannt.

Jenseits dem Arno steigt aus dem breiten Tieflande der M. Pisano auf, der bevorzugte Gegenstand von Savi's Studien und hierdurch gleichsam zum Schwerpunkte aller Untersuchungen der Küstengebirge geworden. Es verbindet sich derselbe durch das niedrige Hügelland von Lucca mit der ausgezeichneten Gruppe der Alpi Apuane, deren kühn gestaltete Marmor- und Dolomitgipfel beinahe die

Höhe von 2000 m. erreichen und die grösste Mannigfaltigkeit der Steinarten und Lagerungsverhältnisse entfalten. In der 1998 m. hohen Alpe di Camporaghena, nördlich von Fivizzano, stösst unser Küstengebirge zusammen mit dem Hauptstamme des Apennins. Längs der Küste indess lässt sich dasselbe in seiner vollen Eigenthümlichkeit noch auf beiden Seiten des Golfes von Spezia wiedererkennen.

Der Macigno tritt in diesen Gebirgen weniger mächtig auf, als im Apennin, und Kalkmassen sind im Allgemeinen vorherrschend. Welchen Altersstufen diese Kalksteine angehören, hat aber bis jetzt, wegen Seltenheit der Petrefacten und dem häufig metamorphischen Charakter der Steinart, nicht mit Sicherheit bestimmt werden können. Ein grosser Theil ist offenbar dem Macigno parallel stehender Alberese. Dafür zeugt nicht nur die Wechsellagerung beider Steinarten, sondern auch das Vorkommen der charakteristischen Fucoiden. Ein anderer Theil ist, wie der Kalkstein von Mosciano bei Florenz, Nummulitenkalk. Coquand fand zahlreiche Nummuliten oder ihnen verwandte Foraminiferen in dem Kalkstein von Manciano, Pereta und M. Rotondo. Targioni spricht mit Erstaunen von der Menge von Petrefacten, besonders kleinen Nummuliten, in dem Kalkstein des M. Parlascia, der nördlichen Fortsetzung des M. Vaso, oberhalb der Bäder von Acqua. In den apuanischen Alpen fand ich Nummulitenkalk in der Grundlage der tiefen Schlucht, welche Torregliano von Sassi scheidet. An allen diesen Stellen, und auch im Apennin, ist aber das Verhältniss des Nummulitenkalkes zum Alberese und Macigno noch nicht klar geworden. Bei Mosciano bildet, wie wir gesehen haben, der Nummulitenkalk eine Einlagerung in dem Alberese-Macigno. Pilla und Coquand vertheidigen die Ansicht, dass der Alberese-Macigno älter als die Nummulitenbildung des Vicentinischen und der jüngsten Kreide, dem Calcaire pisolithique von Paris, parallel sei. Murchison dagegen setzt den Macigno-Alberese über den Nummulitenkalk, und wir werden später sehen, dass diese von den Geologen, die sich mit den Alpen beschäftigt haben, seit Jahren festgestellte Ansicht, für dieses Gebirge wenigstens, nicht bezweifelt werden kann.

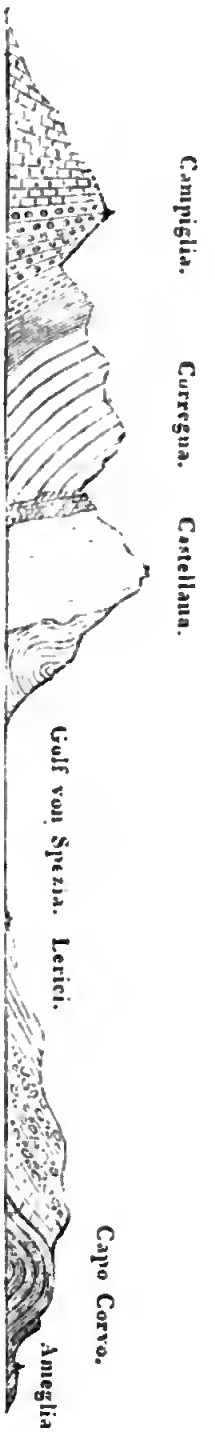
Hippuritenkalk ist bis jetzt weder im nördlichen Apennin, noch in dem Küstengebirge beobachtet worden. Dagegen treten an vielen Stellen des Küstengebirges, wie am Monte Cetona und in dem östlichsten Abfalle der Abruzzen, unter dem Macigno rothe Kalksteine mit jurassischen Ammoniten hervor, und den Kern der Gebirge bilden meist petrefactenleere, unklar geschichtete Kalksteine, in Marmor und Dolomit übergehend.

In den Gebirgen von Campiglia, nördlich von Piombino, berühmt durch seine Porphyre und erzführenden Hornblendgesteine, liegt, nach Coquand, ein rother Kalk, mit vielen runden und fünfseitigen *Enkrinitengliedern*, zwischen dem Macigno und der tieferen, aus weissem Marmor bestehenden Hauptmasse des Monte Calvi. Bei Caldana, unterhalb Campiglia, enthält der rothe Kalk kleine *Ammoniten*, die Coquand als liassische betrachtet. — Derselbe rothe Ammonitenkalk zeigt sich, nach Savi, südöstlich und östlich von Campiglia, bei Gavorrano und Gerfalco.

In den Umgebungen von Pisa und Lucca unterscheidet Savi zunächst unter dem Macigno und Alberese, 1) einen hellgrauen Kalkstein mit Kieselknauern, der nach unten zu die Feuersteine verliert, rothe Farbe annimmt und zahlreiche *Ammoniten* und *Enkriniten* enthält. Es steht dieser hellgraue Kalkstein in dem geologischen Niveau der Majolica oder Scaglia der römischen Abruzzen, sofern der rothe Kalk dieser verschiedenen Stellen wirklich von gleichem Alter ist und nicht etwa eine Verwechslung mit rothem Galestro, oder rother Scaglia statt gefunden hat. Unter dem rothen Ammoniteukalk liegt 2) ein weisser Kalkstein, unklar geschichtet, mit Neigung zu krystallinischer Textur, undeutliche Petrefacten einschliessend, welche den Geschlechtern *Ostrea*, *Trigonia*, *Nerinea*, *Cerithium*, *Ammonites* und *Pentacrinites* auzugehören scheinen. Mit diesem Kalksteine verbindet sich nach der Tiefe zu, als älteste Kalkbildung, 3) ein dunkelgrauer, geschichteter Kalkstein, ohne Feuersteine und leer an organischen Ueberresten.

Einen lehrreichen Durchschnitt gewährt die Halbinsel der Castellana, zwischen Spezia und Porto Venere. Die von vielen Beobachtern beschriebene, sehr verschieden

gedeutete Formationsfolge lässt sich durch beistehendes Profil erläutern:



Der graue und braune geschichtete Kalkstein d' enthält viele ganz mit dem Stein verwachsene Versteinerungen, besonders *Krinoidenglieder, Terebrateln, Pectiniten, Trigonien* u. a. Bivalven. COQUAND führt auch *Pleurotomaria ornata* an, welche diesen Kalk als unteren Oolith bezeichnen würde. Es scheint jedoch derselbe nicht verschieden von

d, grauem, rothem und schwarzem Kalkstein, der ohne Trennung übergeht in weissen, körnigen Dolomit und Marmor, und durch diese Steinarten grösstentheils verdrängt wird. Der Dolomit bildet den höchsten Rücken der Halbinsel, auf welchem das Fort Castellana steht, und setzt über in die vorliegenden Inseln Palmaria, Tino und Tinetto, auf deren nackten Kalkflächen sich der unmittelbare Zusammenhang des grauen, petrefactenreichen Kalkes mit dem weissen Dolomit deutlich beobachten lässt. Die organischen Ueberreste, Zoophyten, Univalven und Bivalven, sind auch hier ganz mit dem Stein verwachsen. Der schwarze Kalkstein, mit rothen Adern, ist der berühmte, zu Porto-Venere und auf Palmaria ausgebeutete *Marmo Portor*. An diesen Marmor und Dolomit grenzt

e dünngeschichteter, dunkel-

grauer Kalkstein, übergehend in

g, schwarzen Kalkstein, abwechselnd mit grauem Mergelschiefer. Dieser Mergelschiefer enthält, besonders auf den Höhen von Corregna, Knollen von Eisenkies und eine grosse Zahl verkiester Petrefacten, meist *Ammoniten* und Alveolen von *Belemniten*, denen vorzugsweise diese Halbinsel ihre geologische Wichtigkeit verdankt. Die mit grösserer Sicherheit bestimmten Ammoniten sind: *A. Bucklandi*, *A. Murchinsonæ*, *A. fimbriatus*, *A. humphresianus*, *A. Parkinsoni*, *A. comptus*, *A. discus*, *A. Lamberti*, *A. tatricus*, und gehören theils dem Lias, theils dem unteren und mittleren Oolith an. Der vorherrschende Charakter ist liassisch. Unter diesem Ammonitenkalk liegt

h, grauer und gelblicher Mergelschiefer, durchsetzt von Quarzadern, mit Abdrücken von *Posidonia liasina*, die anderwärts im oberen Lias vorkömmt; dann folgen

h′, graue, grüne und rothe Galestromergel, mit untergeordneten Lagern von verwachsen körnigem Kalkstein, dessen Oberfläche mit talkigen Schieferblättern bedeckt ist. Dieser Galestro bildet den Uebergang in

h″, ein Conglomerat, auf welchem Campiglia steht, und an dieses schliesst sich, nach unten fächerförmig aus einander tretend,

o, der Macigno, der die Westseite der Halbinsel bildet.

Nach den bis jetzt bekannt gewordenen Petrefacten möchte man geneigt sein, die ganze Lagerfolge von h′ bis d′ als Lias zu betrachten, der, theils bei h′, theils in den mittleren Schichten d eine metamorphische Einwirkung erlitten hätte.

Metamorphische Gesteine treten überhaupt in diesem Küstengebirge häufiger auf, als im Apennin, so wie auch in stärkerem Verhältnisse Massen von *Serpentin* und *Gabbro* und ausserdem *Trachyte* und *Porphyre*, wie auf M. Amiata, Rocca Tederighi, M. Catini, Campiglia, die neptunische Lagerfolge durchbrochen haben. Stöcke, Nester und Gänge von *Kupferkies* und *Kupferglanz*, zum Theil auch von *Bleiglanz*, *Blende* und anderen Erzen sind die gewöhnlichen Begleiter dieser eruptiven Gesteine.

Nächst dem Galestro wird der ihm nahe verwandte Gabbro-rosso oder Spilit oft von grosser Bedeutung; ein Gestein, das in Verlegenheit setzt, ob man es als einen durch Serpentin umgewandelten Macigno und Alberese, oder umgekehrt, als den Uebergang dieser Steinarten in Serpentin zu betrachten habe. Wir finden es, in Begleitung des Serpentins, bei M. Castelli, M. Catini, M. Vaso und an anderen Stellen, als ein rothbraunes oder graulich grünes, zerklüftetes oder breccienartiges Gestein, das sich bald zu *Variolith*, bald zu *Mandelstein*, bald zu *Verde antico*, bald zu *Diorit* umwandelt, und ohne scharfe Grenzen mit Serpentin, dem Gabbro der Toscaner, und Gabbro oder Graniton verwachsen ist.

So wie die, im Apennin ebenfalls vorkommende Metamorphose des Alberese für die nahe Verwandtschaft beider Gebirge zeugt, so auch die in grossen Massen auftretende Umwandlung des älteren Kalksteines in weissen Marmor oder zuckerähnlichen Dolomit. Wir haben diese Gesteine schon bei Campiglia und am Golf von Spezia kennen gelernt, und man wird nicht anstehen, ihnen auch den weissen, verwachsen körnigen Kalkstein des Monte Pisano parallel zu stellen, worin Savi Petrefacten gefunden hat, die kaum erlauben, ihn für älter als Lias zu halten. — Die grösste Entwicklung hat der weisse Marmor in den apuanischen Alpen gefunden. Seit Jahrtausenden liefern die unerschöpflichen Steinbrüche von Luni oder Carrara der Kunst den edelsten Stoff, und in den hohen Felsgestalten der Panie wetteifert das Gestein mit dem Dolomit von Tyrol. Die äusserste Bekleidung des Gebirges, zwischen Carrara und Castelpoggio, bildet rother Galestro und Jaspis, mit mässig steilem SW Fallen. Unter diesem veränderten Macigno tritt dunkle Rauchwacke hervor, theils löchrig und von Höhlen durchzogen, theils breccienartig, von eisenschüssigen Spathadern durchtrümmert, auch übergehend in plattenförmigen Kalkstein, welcher mannigfaltige Petrefacten, *Austern*, *Pectiniten*, *Terebrateln*, *Cardien* u. s. w. einschliesst, die bis jetzt indess zu keiner genaueren Altersbestimmung geführt haben. Man muss diess um so mehr bedauern, da die Rauchwacke nach unten direct

in den weissen Marmor von Carrara, in das Gestein der Panie, übergeht und mit ihm dieselbe Masse bildet. In dieser Marmor- und Dolomitmasse, dem Hauptgesteine dieser Gebirge, treten aber auch untergeordnete Streifen von Galestro und selbst von Macigno ähnlichen Schiefern nicht selten auf, so wie der Kalkstein auch wohl wieder dunklere Farbe annimmt und den krystallinischen Charakter verliert. Auf der dem Serchio zugekehrten Seite des Tambura-passes befindet man sich bis Vagli in diesem Wechsel von weissem und grauem Marmor oder Dolomit und buntem Galestro, meist nach W fallend, und unterhalb Vagli, gegen Poggio, folgen dunkle Kalksteine, in wellenförmig gequälten Schichten, an welche sich die Macignosandsteine der Garfagnana anschliessen. Es war früher Savi durch die im Marmor der Panie vorkommenden Schiefer- und Galestrostreifen verleitet worden, den Marmor für einen metamorphisirten Alberese und diese ganze Gebirgsmasse als nur einer Formation, dem Macigno, angehörend zu betrachten. Die Petrographie ist jedoch, hier wie anderwärts, ein nicht sicherer Führer; nicht jedes dem Galestro oder Macigno ähnliche Gestein ist der Galestro oder Macigno der Fucoiden führenden jüngeren Eocenbildung, und die Jurapetrefacten, welche östlich und westlich von den apuanischen Alpen vorkommen, stellen auch für diese das Auftreten älterer Kalksteinbildungen in Aussicht. Vielleicht darf man die Petrefacten einschliessende Rauchwacke von Carrara mit dem grauen Kalkstein d' des Golfes von Spezia, den Marmor und Dolomit der Panie mit dem Gesteine der Corregna und Castellana zusammenstellen und mit diesem Marmor dann auch denjenigen des M. Pisano und des M. Calvi verbinden. Man hätte dann in den Gebirgen von Spezia und in den apuanischen Alpen, wie in denjenigen von Pisa und Campiglia, den rothen Ammonitenkalk über und nicht unter dem Marmor zu suchen.

Die unterste allgemeine Formation, welche in diesen Küstengebirgen sich zeigt, ist von Savi Verrucano genannt worden. Es bezeichnet aber diese Benennung zwei Steinarten, welche, obgleich enge verbunden, doch von einander getrennt werden müssen. Der eigentliche *Verru-*

cano, für den wir die Benennung festhalten wollen, so benannt nach der Ruine Verruca, auf einer südlichen Stufe des M. Pisano, ist ein Conglomerat verschiedenartiger, meist gerundeter Geschiebe, von der Grösse eines Apfels oder Ei's bis zu der eines Sandkorns, so dass der Stein in einen grobkörnigen Sandstein, oder bei inniger Verschmelzung in Quarzit übergeht. Die Geschiebe bestehen vorherrschend aus Quarz, der, besonders in den Sandsteinen, oft röthlich gefärbt ist. Das Cement ist ein meist grünlich weisser Talk, der die Geschiebe und selbst die kleinen Körner oft ganz umhüllt und, wo er vorherrscht, dem Gesteine eine rohe Anlage zum Schiefrigen ertheilt, oder auch als Talkschiefer damit abwechselt. Unter diesem Conglomerat, oder, wo es fehlt, unmittelbar unter dem körnigen oder dichten Kalkstein, liegt der von Savi ebenfalls Verrucano genannte Talkschiefer, Glimmerschiefer und Gneis, dunkel graulich grün, meist unvollkommen ausgebildet, zwischen krystallinischer und mechanischer Aggregation schwankend, wie ein dem Talkschiefer sich nähernder Thonschiefer, zum Theil aber auch von den Schiefern und Gneisen deutlich krystallinischer Gebirge nicht verschieden.

Es zeigen sich diese tieferen Bildungen an der Küste des M. Argentario. Unter der Lagerfolge von schwärzlichen, mit Rauchwacke verbundenen Kalksteinen, welche den östlicheren Theil der Halbinsel bedecken, steigen glänzende, bunte Schiefer auf, mit welchen dicke Lager von Verrucano, von Conglomerat und Sandstein abwechseln. Die Grundlage dieses Systemes bilden, in beträchtlicher Mächtigkeit, Thon- und Talkschiefer. An der Westküste treten, in der Folge der bunten Schiefer und Conglomerate, gangförmige Massen von Ophit ähnlichem Gabbro auf, in Verbindung mit Gyps und Anhydrit, deren Entstehung aus Kalkstein deutlich vor Augen liegt, da mehrere dieser Gypsmassen unmittelbar mit Kalkstein zusammen hangen, und zuweilen äusserlich aus Gyps, im Inneren aus Kalkstein bestehen.

Am M. Pisano steigt man aus dem Labyrinth der Steinbrüche von Uliveto, worin die berühmte Kalk- und Knochenbreccie abgebaut wird, steil aufwärts nach der Verruca. Der

erste anstehende Fels ist Sandstein *(sasso morto)*, höher folgt eine Grube auf Wetzstein *(turchino)*, und etwas östlich steht die Verruca auf einem nach allen Seiten steil abfallenden Felsgipfel von Conglomerat. Bis zur Karthause abwärts ist der ganze Abhang mit Trümmern von klein- und grosskörnigem *Verrucano* bedeckt. Es bildet diese Steinart den ganzen mittleren Theil der Gebirgsgruppe, und nur am Rande derselben sind auf ihre, nach Aussen abfallenden Lager die Kalksteine aufgesetzt. In der Tiefe, wo er von Eisenglanz und Kupferkies durchzogen wird, geht dieser Verrucano in *Talkschiefer* über.

In den apuanischen Alpen ist das Conglomerat wenig entwickelt, die krystallinischen Schiefer aber und gut charakterisirter Gneis erscheinen in beträchtlicher Verbreitung, sowohl in der Grundlage, als in Zwischenstreifen des Dolomitgebirges. Die Thalschlucht des Frigido durchschneidet steil W fallende, beinahe vertical stehende Thon-, Glimmer- und Talkschiefer, die weiter einwärts in Talkgneis übergehen, den schon DE LA BECHE mit Recht dem Gneis der Rofla in Bünden verglichen hat und worin auch, wie in Bünden, Lager von weissem Marmor streichen. Das Vorkommen abgerundeter Felsen oder Rundhöcker *(roches moutonnées)* erweckt, wie die Felsarten und die wilde Umgebung, Erinnerungen an die vergletscherte Alpenwelt. An der steilen Dolomitwand des Tamburapasses, nach welchem die schöne Kunststrasse in vielen Windungen aufsteigt, verschwindet die Hauptmasse dieser Schiefer und Gneise, und sie erscheinen nur noch in vereinzelten Streifen im Dolomit und Marmor, als Zeugen des engen Zusammenhanges beider Bildungen. Im südlicheren Theile des Gebirges gewinnt man aber auch, was im Frigidothale in Folge der steilen Schichtenstellung unklar bleibt, die volle Ueberzeugung, dass die Hauptmasse der Schiefer dem Dolomitgebirge zur Grundlage diene. An den Thalwänden der tief eingerissenen engen Spalte von Forno Velasco sieht man den Talkschiefer horizontal gelagert sich unter dem Dolomit, der alle Höhen bildet, durchziehen. Auf dem 'Joche der Scaloni,' das aus dem einsamen Thalkessel von Pietrosciana nach Stazzema führt, befindet

man sich wieder mitten im Dolomit, hier, wie in den Alpen, nackt, zerspalten, von ausgedehnten Trümmerhalden umgeben. Aber gleich jenseits erscheinen wieder Schieferstreifen, und bald tritt man ganz aus dem Dolomitgebirge heraus; es erscheinen grüne und rothe, glänzende Schiefer, stets horizontal, wie auf der Ostseite des Passes, dann auch schwarze Dachschiefer, und in grosser Mächtigkeit schiefrige, dunkle Sandsteine mit weissen Glimmerblättchen, theils in Quarz übergehend, theils dem Macigno ähnlich, wiederholt mit dem schwarzen Schiefer abwechselnd. Steigt man von dem hoch liegenden Stazzema, längs einer schwindlicht steilen Bergrippe abwärts nach Ponte Stazzemese, so bleibt man wohl noch mehrere hundert Fuss in diesem Wechsel von Sandstein und Schiefer. Dann folgt lichtgrauer, zum Theil gestreifter Marmor (*Bardiglio*), der nach unten in weissen, zuckerartigen Marmor übergeht, und unter diesem liegt nun die berühmte Breccie des *Mischio di Seravezza*, eckige Stücke von weissem Marmor, verkittet durch kirschrothen Thonstein. Als Unterlage dieser merkwürdigen Steinart finden wir wieder gewöhnlichen grauen, dichten Kalkstein, worin man nach Petrefacten suchen möchte, und unter diesem erst östlich fallenden Glimmerschiefer, der anfangs noch Einlagerungen von Quarzit zeigt, bald aber als allein herrschende Steinart des Versiliathales sich bis Seravezza und an die äussere Ebene ausbreitet. Dass im Hintergrunde dieser Thäler auch Gneis vorkomme, bezeugen mehrere Blöcke eines dem porphyrartigen Gneise des Frigidothales ganz ähnlichen Gesteines, die ich zwischen Basati und Ruosina liegen sah.

Einen lehrreichen Durchschnitt dieser Bildungen gewährt das Cap Corvo, zwischen dem Golf von Spezia und dem Ausflusse der Magra (s. Fig. S. 25). Das Schloss Ameglia, am Ostabfalle der Landzunge, steht auf SW fallendem *Glimmerschiefer*, der, so weit die reiche Vegetation zu sehen gestattet, anhält bis S. Croce, hier aber zu einem rauhen, scheinbar sandigen *Thonschiefer* von rother, grüner oder schwarzer Farbe wird. Diese Schiefer gehen am Cap Corvo in eines der merkwürdigsten Conglomerate über, das auf den ersten Anblick dem *Mischio von Seravezza*.

sehr ähnlich erscheint. Fusslange, tafelartige Trümmer von weissem Marmor, der Schieferung parallel liegend, sind von dem meist rothen Schiefer umschlossen, und der Marmor wird zum Theil auch so vorwaltend, dass der Fels eher ein von rothem Schiefer durchzogener anstehender Marmor zu sein scheint und wirklich in *Cipollin* übergeht. An anderen Stellen ist jedoch das Conglomerat unverkennbar, und den Marmor- oder Kalksteintrümmern sind auch Geschiebe von Quarz und Sandstein beigemengt. Es tritt diese Trümmerbildung besonders nach der Höhe zu hervor. Die Steinart ist ein deutlicher Verrucano und wird noch höher zu einem mächtigen, grobkörnigen Sandstein rother Quarzkörner, durch Talk verkittet, welcher in abweichender Lagerung von einem dunkeln, Petrefacten führenden, Kalkstein bedeckt wird. In diesem Kalkstein, unter welchem auch bei Lerici der Verrucano hervortritt, darf man wohl den Kalkstein der gegenüber liegenden Küste und der Inseln Tino und Tinetto wiedererkennen.

Mehrere Thatsachen könnten verleiten, im Einverständniss mit der älteren Geologie, unter dem Gneise, den wir als die tiefste der im Gebiete des Apennins entwickelten Formationen kennen gelernt haben, noch eine allgemeine Unterlage von *Granit* anzunehmen. Mit den Serpentinmassen, die zwischen Tortona und Parma, auf der Nordseite des Apennins, hervorgetreten sind, verbinden sich Conglomerate, welche zum Theil grosse Blöcke von Granit einschliessen, die wahrscheinlich aus der Tiefe heraufgerissen worden sind. Auch auf der Westseite der Halbinsel der Castellana bei Spezia umschliesst der Macigno, nach Coquand, grössere Blöcke eines Granites von unbekanntem Ursprunge. Längs der Küste von Toscana zeigt sich der Granit, in anstehenden beträchtlichen Massen, auf den Inseln Elba, Monte Christo und Giglio, und, nach Savi, auch auf dem Festlande, bei Gavorrano; dann allerdings nicht mehr bis nach Calabrien. — Es ist aber wohl sehr unwahrscheinlich, dass diese verschiedenen Granite mit einer gemeinschaftlichen Grundmasse zusammenhangen. Dagegen zeugen schon die weiten Räume, durch die sie getrennt sind; noch mehr aber steht dieser Vereinigung entgegen

die Ungleichartigkeit der Granite selbst, die so weit geht, dass jede einzelne Gruppe wohl eine eigenthümliche petrographische Benennung verdiente. Der Granit mit rosenrothem Feldspath, gelbem, durchsichtigem Quarz und schwarzem Glimmer, aus dem die Blöcke der Serpentinconglomerate des nördlichen Apennins bestehen, ist wesentlich verschieden von dem weissen Granite von Elba, M. Cristo, Giglio und Gavorrano, welcher gangartig den Serpentin durchbrochen hat und sich auszeichnet durch seine Krystalldrusen, seine farbigen Turmaline und wasserhellen Berylle; und ein wieder ganz anderes Gepräge tragen die Granite von Calabrien.

Im Norden von Spezia, wo sich die Verzweigung der Küstengebirge wieder mit dem Hauptstamme des Apennins vereinigt, sind die jüngsten Glieder dieser Formationsfolge über weite Räume bis an die Zone der tertiären subapenninischen Hügel verbreitet, welche den Rand der lombardischen Ebene begrenzen. Auf der nördlichen Verlängerung des Kalksteins und Dolomits der Castellana liegt die Hauptmasse des Macigno, welcher hier von mächtigen Serpentin- und Gabbromassen durchbrochen und überlagert wird, in deren Nähe die gewohnten Umwandlungen in Galestro und rothe Jaspis statt gefunden haben. Etwas westlicher, und dieser Sandsteinfolge aufgelagert, brechen bei Lavagna die berühmten Dachschiefer, in mehreren Streifen mit Macigno wechselnd und wie dieser bald nach O, bald nach W, vorherrschend jedoch westlich fallend. Als oberste Masse erscheint Alberese mit zahlreichen Fucoiden und Mæandrinen, längs dem Meere von Chiavari bis Genua, tiefer einwärts in die Hauptkette des Apennins sich ausdehnend und als eine breite äussere Zone nach dem Hügelland von Voghera, Piacenza und Parma fortsetzend. Der Fucoidenkalk, der in Toscana gewöhnlich im unteren Theile der Macignobildung auftritt, zeigt sich hier deutlich als oberste Masse desselben. Es sind daher wohl zwei Macignobildungen zu unterscheiden, und, nach Analogie der in der Schweiz beobachteten Verhältnisse, ist der tiefere Macigno, als oberste Masse der Nummulitenbildung zu betrachten.

DIE ALPEN.

Der neue Charakter, den das Gebirge entwickelt, wenn man aus dem Gebiete des Apennins in das der Alpen übergeht, zeigt sich nicht nur in dem Auftreten krystallinischer Centralmassen, welche auf den Gesammtbau des Gebirges verändernd einwirken, sondern auch in Abweichungen der stratificirten Formationsfolge. Die Trennung jedoch ist keineswegs scharf; das geht schon hervor aus dem Schwanken der Ansicht, wo die Grenze zwischen beiden Gebirgen anzunehmen sei. Viele Steinarten und Formationen des Apennins finden sich in den Alpen wieder: Verrucano und Galestro, rothe Ammonitenkalksteine, Macigno und Alberese, Serpentin und Gabbro sind nicht nur in den Alpen von Piemont, sondern auch in dem Hauptsysteme derselben, in der Schweiz und in den österreichischen Staaten, sehr verbreitet, und wo die Centralmassen zurücktreten, wie bei Barcelonnette, am M. Genèvre oder am M. Cenis, ist die äussere Gestaltung dieser Steinarten nicht wesentlich von derjenigen im Apennin verschieden. Es entwickeln auch die Centralmasseu der sich an den Apennin anschliessenden Alpen nur unvollkommen noch die Eigenthümlichkeiten, die in grösserer Entfernung so auffallend in den Gruppen von Oisans, des Montblanc oder des Gotthards hervortreten. Ihre Gipfel steigen nicht in die Region des ewigen Schnee's, eine fächerförmige Stratification der krystallinischen Gesteine tritt nicht klar hervor, die Umwallung sedimentärer Hebungsketten, die der Centralmasse ihre Schichtenköpfe und steilen Abstürze zukehren, ist wenig auffallend. Die krystallinischen Steinarten selbst sind so unvollkommen entwickelt, dass Sismonda die im unten folgenden Profile am Piz d'Ormea als Gneis bezeichnete Masse noch als Verrucano zu betrachten geneigt ist.

Es haben die alten Geographen schon das Bedürfniss gefühlt, das ausgedehnte und verwickelte Alpensystem zu besserer Uebersicht in mehrere Abschnitte zu theilen, und als Grenzen dieser Abschnitte wurden theils die Depressionen, welche von je her als Hauptpässe gedient haben, theils die

höchsten, von fern her in's Auge fallenden Gipfel gewählt. Der neuere Gebirgsforscher, dem eine gut gezeichnete Karte der Alpen vorliegt, wird als natürliche Gruppen die vergletscherten, über die Schneelinie aufsteigenden Hochgebirge auszeichnen, die sich als Centralmassen aus der Mittelzone erheben, und die angrenzenden, oder dazwischen liegenden Gebirgszüge und Hochflächen werden sich den ihnen näher liegenden Centralmassen anschliessen lassen. Die nach diesem Princip gebildeten Gruppen fallen zum Theil mit den in der alten Erdkunde unterschiedenen zusammen, da man ja früher schon natürliche Grenzen festzuhalten suchte; es ergeben sich aber auch wesentliche Abweichungen. In den Gegenden, wo das Alpensystem sich am mächtigsten entwickelt hat, fallen nämlich mehrere Centralmassen in denselben Querdurchschnitt, und es geht daher nicht an, eine Theilung einfach durch Querstriche auszuführen, wie man es früher wohl annahm, als man, aus der lombardischen Ebene die Alpen betrachtend, in ihnen nur eine einfache Kette zu erkennen glaubte, und auf die Meeralpen die Grajischen, auf diese die Cottischen und so fort folgen liess. Es sind ferner nicht selten die Centralmassen durch neuere Umwälzungen so tief zerspalten und in so weit getrennte Partie'n zerrissen worden, dass nur der Geologe das Zusammengehörende zu vereinigen und den ursprünglichen Plan des Alpengebäudes wieder herzustellen vermag.

Zunächst trennen wir die Mittelzone, oder das Gebiet der centralen Gneismassen und der sie umschliessenden Schiefer, von den sie begleitenden Nebenzonen; einer äusseren, westlichen und nördlichen, und einer inneren, südlichen, beide vorherrschend aus neptunischen Gesteinen, Kalkstein, Sandstein und Schiefer bestehend.

N Nebenzone. Mittelzone. S Nebenzone.

Die Mittelzone zerfällt ferner in Gruppen, nach den einzelnen centralen Gneis- oder Granitmassen, welche, bald vereinzelt, bald zu zweien und dreien neben einander,

um die geometrische Axe der Zone herum zerstreut sind. In den Nebenzonen lassen sich ebenfalls gesonderte Gruppen oder Gebirgsmassen unterscheiden, die sich durch engeren Zusammenhang ihrer Gestaltung und gleiche Formationsfolge auszeichnen, deren Glieder demnach dieselbe Entwicklungsgeschichte getheilt haben. Es ist z. B. die geologische Structur und Formationsfolge der zwischen der Arve und Aare liegenden Gebirge wesentlich verschieden von derjenigen des Alpenlandes zwischen der Aare und dem Rheinthale, und in Vorarlberg und Südbaiern folgen wieder neue Verhältnisse. Eine Theilung und Behandlung der Nebenzonen nach diesem Gesichtspunkte ist indess, ohne sehr in's Einzelne zu gehen, nicht durchzuführen, und die Darstellung nach Altersformationen, die ohnehin jener mehr dynamischen Berücksichtigung der äusseren Gestaltung vorausgehen müsste, wird klarer sein.

Es gelangt erst in den Ostalpen die Sonderung des Alpensystemes in seine drei Zonen zu voller und anhaltender Ausbildung. Längs dem Mittelmeere, wo die Alpen sich vom Apennin zu trennen beginnen, sind die sedimentären Nebenzonen noch auf geringe Massen beschränkt, die sich enge an die Centralmassen anschmiegen und keine Neigung zu selbständiger Entwicklung zeigen. In der Gegend der Meeralpen und des M. Viso hat die äussere Nebenzone grössere Breite gewonnen; sie ist aber enge verflochten mit den Gebirgen der Provence und schwankt zwischen dem rein alpinischen und einem fremdartigen Charakter. Die längs den Meeralpen hervorgetretene innere Zone reisst in der Nähe des M. Viso wieder ab, das Tertiär- und Flachland des nördlichen Piemonts stösst unmittelbar an das alpinische Gneisgebirge, und erst an der Sesia beginnt wieder der Vorwall von Kalkstein- und Dolomitmassen aufzutauchen, um ohne fernere Unterbrechung und mit rasch anwachsender Breite, zwischen der lombardischen Ebene und der alpinen Mittelzone fortzustreichen.

I. Ligurische Alpen.

Die erste alpinische Gruppe, der wir westlich von Genua begegnen, ist die der Ligurischen Alpen, mit

einer fast genau von O nach W, von Savona bis Borgo S. Dalmazo im Sturathal verlängerten, am östlichen Ende jedoch in eine NO Richtung übergehenden, ellipsoidischen Masse krystallinischer Schiefer. Die Richtung des Ellipsoides ist von der äusseren Gestaltung des Gebirges so viel als unabhängig und durchschneidet schief die höchsten Kämme; so dass der östliche Theil desselben mehr dem südlichen, der westliche mehr dem nördlichen Abfall des Gebirges angehört, und der grössere Theil der Hauptkette, die von M. Gioje über Col di Tenda nach der Cima Mercantourn fortsetzt, aus südlich angelagerten secundären Gesteinen besteht. Die Erhebung und Gestaltung der Alpen muss demnach in dieser Gegend als ein jüngeres Ereigniss gelten und kann nicht mit der Entstehung des krystallinischen Schiefergebirges in Verbindung gebracht werden.

Der höchste Gipfel der krystallinischen Schiefer, der M. Gioje, nur wenig westlich vom Piz d'Ormea, steigt auf 2654 m. Meereshöhe; beide liegen jedoch excentrisch und südlich von dem Ellipsoide der krystallinischen Schiefer, als vereinzelt aus dem secundären Gebirge auftauchende Gipfel, oder, nach Sismonda, selbst noch diesem angehörend. In der Gneismasse finden wir den M. Mindino mit 1914 m., den M. Mondolé mit 2440 m., den M. Besimauda mit 2427 m. über der Meeresfläche. Auf 2500 m. vermag kein Gipfel der ganzen Gruppe, weder auf dem mittleren Hauptkamm, noch südlich vom Tanaro, auf der Wasserscheide der dem Tanaro und dem Meere zufliessenden Gewässer, sich zu erheben.

Die krystallinischen Schiefer bestehen vorherrschend aus talkigem Gneis, Talkschiefer und Glimmerschiefer, womit im östlicheren Theile auch Chlorit- und Hornblendschiefer abwechseln. Die Streichungslinie der Schieferung stimmt im Allgemeinen überein mit der grössten Dimension der Centralmasse und geht von O oder OSO nach W oder WNW, und nur am östlichen Ende, oberhalb Savona, ist ein Streichen von NNO nach SSW vorherrscheud. Die Structur dieser Schiefermasse ist die eines Giebeldaches, oder eines nach oben zusammenlaufenden Fächers, und auch die aufgelagerten Kalkgebirge fallen auf der Mittag-

seite südlich, auf der Mitternachtseite nördlich, wie folgendes von Pareto entworfenes Profil es zeigt:

a Gneis und Glimmerschiefer.
c Verrucano.
g Jurakalk.
n Nummulitenkalk.
o Macigno, oder Nummulitensandstein.
o' Alberese mit Fucoiden.
q Miocene Tertiärbildung.

Dem krystallinischen Schiefergebirge ist ziemlich allgemein der *Verrucano* aufgelagert, der besonders in den Umgebungen von Garessio im Tanarothale eine bedeutende Ausdehnung erhält. Es sind, wie in Toscana, theils talkige Conglomerate und Sandsteine, die in weissen Quarzit mit nur wenigen Talkschuppen übergehen, theils glänzende oder rauhe, meist rothe, violette, grüne, weisse oder braune Schiefer, theils wahre Talkschiefer. Im höheren Theile der Formation erscheinen auch untergeordnete Lager von körnigem, wahrscheinlich dolomitischem Kalkstein, durchzogen von Talkblättern, welche den Uebergang zu der folgenden Formation vorbereiten.

Ueber dem Verrucano liegen Kalkmassen, in denen bis jetzt, wie im Verrucano, keine organischen Ueberreste aufgefunden worden sind, die aber von Pareto, nach der Analogie benachbarter Gegenden, als Lias oder Jurakalk betrachtet werden. Der Kalk ist meist massig, dunkelgrau, von Spathadern durchzogen, dicht oder schuppigkörnig. Zuweilen zeigt er, in Folge von beigemengtem Thone, Anlage zum Schiefrigen; zuweilen enthält er Hornsteinknauer. Grössere Massen sind in grauen und weissen Dolomit übergegangen, andere in Rauchwacke, mit welcher nicht selten auch Gyps vorkömmt. An mehreren Stellen werden körnige, helle Abänderungen als Marmor ausgebeutet. Auch in seiner Gestaltung zeigt dieser Kalkstein, durch mauer- und ruinenähnliche Formen und felsigte Zacken seine Verwandtschaft mit dem Kalkstein und Dolomit

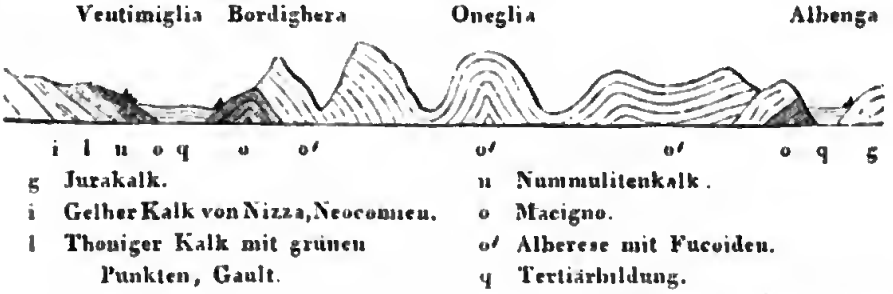
der apuanischen Alpen und der Castellana. Eine südliche Zone desselben erstreckt sich, indem sie schief die Wasserscheide des Gebirges durchschneidet, von Noli in ostwestlicher Richtung an den nördlichen Abfall des Col di Tenda, wie der Verrucano südlich vom Gneis abfallend. In geringerer Ausdehnung entspricht dieser südlichen Zone, am Nordabfall der Centralmasse, das nördlich fallende Kalkgebirge oberhalb Mondovi und Ceva.

Die Nummuliten- und Macignobildung ist im Gebiete der ligurischen Alpen in zwei ausgedehnten Partie'n entwickelt, die einen sehr verschiedenen Charakter tragen; die eine nordöstlich von der krystallinischen Centralmasse, die andere südwestlich von derselben, beide, in Folge der schiefen Richtung der Küste, am Meere abschneidend.

Die erstere, die langs dem Meere sich von Genua bis nach Savona und von da landeinwärts an den Nordabfall des Gebirges erstreckt, ist die Fortsetzung der grossen Macigno- und Alberesemasse des Apennins, unterscheidet sich aber von derselben, sowohl durch die Beschaffenheit der Steinarten, als durch die Richtung der Stratification. Ein grosser Theil nämlich der Alberese- und Macignogesteine ist umgewandelt in Cipollin und Ophicalce, in bunte Galestroschiefer, grüne Talk- und Diallagschiefer, Strahlsteinschiefer, Hornblendschiefer und Abänderungen von Gabbro-rosso, zum Theil so fremdartig aussehend, dass man an dem Zusammenhange mit der jüngsten Apenninenbildung zweifeln möchte, wenn nicht an anderen Stellen, und in der Nähe von Genua selbst, dieser Zusammenhang der ursprünglichen mit den umgewandelten Gesteinen, und der vielfache Wechsel der einen mit den anderen mit jeder wünschbaren Evidenz beobachtet werden könnte. Mit diesen metamorphischen Gesteinen in engster Verbindung stehen mächtige Massen von Serpentin, Euphotid, Gabbro und Diorit. Das allgemeine Streichen, sowohl dieser massigen Gesteine, als der sie einschliessenden metamorphischen Schiefer ist von NNO nach SSW und stimmt demnach überein mit demjenigen des östlichen Endes der Gneismasse. Die äussere Gestaltung und die Richtung der Wasserscheidungs-

linie zeigt sich dagegen eben so unabhängig von diesem Streichen, als von dem ostwestlichen der Hauptmasse des Gneis-, Verrucano- und Kalksteingebirges.

Die südwestliche Macigno- und Alberesepartie erstreckt sich, längs der Küste, von Albenga bis Ventimiglia und bildet nach dem Inneren des Landes ein Dreieck, dessen Spitze in der Nähe des Col di Tenda liegt. Am Westrande dieser Partie liegt, mit steilem Ostfallen, auf einem gelblichen, zum Theil dolomitischen Kalk, den Pareto als Neocomien betrachtet, dunkelgrauer Kalkstein mit vielen *Nummuliten*, die einen flach, die anderen gewölbt, beide Arten von ansehnlicher Grösse. Untergeordnete Bänke enthalten auch gebleichte Schalen von *Cardien*, *Venus*, *Turritellen* und *Turbinolien*. Es lässt sich dieser Nummulitenkalkstein über die Joche von Braus und Brois nach den Gebirgen von Briga und bis an den Nordabfall des Col di Tenda verfolgen. Ueber demselben liegt, nach Osten zu, Macigno, und auf diesem der Fucoiden führende thonige Kalkstein und Schiefer, der in vielfachen Krümmungen sich über Oneglia und das weiter einwärts liegende Gebirgsland bis nach Allaccio ausbreitet. Es gibt Pareto von diesem Küstenstrich folgendes Profil.



g Jurakalk.
i Gelber Kalk von Nizza, Neocomien.
l Thoniger Kalk mit grünen Punkten, Gault.
u Nummulitenkalk.
o Macigno.
o′ Alberese mit Fucoiden.
q Tertiärbildung.

Auch hier, wie schon östlich von Genua, erscheint demnach der Fucoidenschiefer über dem Macigno, als jüngstes Glied der secundären Gebirgsformationen. Mit ihm ist jedoch die Reihe der älteren neptunischen Bildungen nicht abgeschlossen.

Schon an der Spitze von Portofino, dann bei Varazze, liegt über dem Fucoidenschiefer ein der schweizerischen Nagelfluh ähnliches Conglomerat, welches kleine, aber auch kopfgrosse Gerölle von Fucoidenkalk-

stein, Serpentin, Gabbro, Galestro und anderen, meist in der Nähe anstehenden Gebirgsarten einschliesst. Mit dem Conglomerat wechselt ein der Molasse ähnlicher Sandstein. Wo die Formation mächtiger auftritt, herrscht in der Höhe der Sandstein vor und verdrängt auch wohl das Conglomerat. Die Schichten folgen in der Regel dem Streichen des ihnen zur Grundlage dienenden Fucoidenschiefers, und sind oft steil geneigt bis vertical. Sowohl nach ihrem petrographischen Charakter, als nach ihrer Stellung, entspricht die Bildung dem Terziario ofioliticho in Toscana. Vereinzelte Flecke derselben erscheinen, westlich von Savona, bis auf die Höhe des Gebirges, dem Glimmerschiefer aufgelagert. In ihnen kommen bei Cadibona die Lager von Pechkohle mit Ueberresten von *Anthrakotherien* vor.

Auf der Nordseite des Gebirges verbreitet sich die Formation in grösser Ausdehnung von Mondovi und Ceva bis nach Acqui und Tortona, und, nach der Uebereinstimmung der Steinarten und Petrefacten, muss auch der Hügelzug der Superga bei Turin und seine Fortsetzung längs dem Po bis Casale und Alessandria, das heisst, die ganze Hügelgruppe des Monferrat, mit ihr vereinigt werden. An mehreren Stellen dieser Hügel, bei Gassino, auf dem Rücken der Superga, bei Piazzo, Verrua, Casale, treten, in meist steil geneigten bis verticalen Lagern, Kalksteine hervor, welche oberhalb Gassino *Nummuliten* enthalten und auch petrographisch mit dem Nummulitenkalkstein von Mosciano bei Florenz übereinstimmen. Mit ihnen verbinden sich Mergelkalksteine und feste Sandsteine, in welchen bei Casale die gewöhnlichen Fucoiden des Alberese, *F. intricatus*, *F. Targioni*, *F. furcatus*, vorkommen (A. Sismonda), so dass über die Identität dieser Grundlage der Hügel des Monferrat mit der Macigno- und Alberesebildung des Apennins kaum ein Zweifel sein kann. Ueber diesen Gesteinen, zum Theil mit ihnen abwechselnd, folgt, als Hauptmasse der Hügel, ein merglichter, grüulich grauer Sandstein, mit eingemengten Serpentinkörnchen, der im Lande Molasse heisst und allerdings oft schwer von einigen Abänderungen der Molasse der Schweiz zu unterscheiden ist; und nach oben hin

enthält derselbe Bänke eines Conglomerates, dem er zum Bindemittel dient, und dessen Geschiebe vorherrschend aus Serpentin, zum Theil auch aus alpinischen Graniten, Gneisen, Porphyren u. s. w. bestehen. In diesen Sandsteinen finden sich an der Superga, bei Tortona und an anderen Stellen die mannigfaltigen fossilen Conchylien, meist Gasteropoden, die als ein Haupttypus der miocenen Altersepoche gelten, und um deren nähere Kenntniss sich in neuerer Zeit die Paläontologen Turins, E. Sismonda, Michelotti, Bellardi, grosses Verdienst erworben haben. In den höheren Massen dieser Bildung mengen sich, nach Murchison, diese miocenen Arten in mächtig anhaltenden Ablagerungen mit pliocenen, das heisst, mit den Arten von Asti, Bacedasco, Castel-Arcuato, die der subapenninen Fauna angehören, so jedoch, dass diese letzteren in den höheren Lagern immer mehr die Oberhand gewinnen und zuletzt, bei Chieri, ausschliesslich herrschen. Es findet ein stetig fortschreitender Uebergang aus der miocenen in die pliocene Fauna statt, so wie, an der unteren Grenze der Supergasandsteine, aus den eocenen in die miocenen Organismen. Gestützt auf diese Thatsachen, glaubt Murchison annehmen zu sollen, dass in Piemont, und wahrscheinlich auch in Mittelitalien, die Ablagerungen, von der ältesten tertiären Zeit her bis zum Abfluss der Meere zu Ende der pliocenen Periode, ununterbrochen fortgedauert hätten und durch allmälige zoologische Uebergänge unter einander verbunden seien.

2. *Die Meeralpen.*

Der alpinische Typus ist bereits deutlicher in einer zweiten Centralmasse krystallinischer Schiefer entwickelt, die im Westen der Tendastrasse auftritt und in NW Richtung, zwischen den Thälern der Tinea und der Stura bis in die Gebirge ihrer hintersten Quellen fortsetzt. Das Gneisgebirge ist in dieser Gruppe zugleich die centrale Wasserscheide, und seine Gipfel überragen alle Höhen im Süden und Norden derselben. Zunächst schon am Colle di Tenda, 1877 m., erhebt sich die Rocca dell' Abisso

auf 2802 m.; nur wenig westlich steigen der M. Clapier auf 3018 m., die Cima dei Gelas auf 3180 m., und fast am Nordende der Gruppe, der M. Tinibras auf 3115 m. Nur zwei Joche dieser Wasserscheide erniedrigen sich unter 2400 m., die Höhe ungefähr der Pässe des Bonhomme, des Gries, der Furka: der Colle del Sabbione, zwischen Rocca del Abisso und M. Clapier, bleibt auf 2348 m., der Colle della Lombarda, südlich von Vinadio, auf 2395 m. zurück.

Das Fallen der Schiefer ist auf der Nordseite, im Sturathal, gegen W und SW, auf der Südseite, im Thale der Tinea, gegen N und NO, im mittleren Theile, auf dem Kamm der Centralmasse, vertical; die Fächerstructur ist daher unverkennbar ausgesprochen.

Von dem stark befestigten Städtchen Vinadio aus, in dem schönen Sturathal, durchschnitt ich die obere Thalfläche auf der Strasse nach dem berühmten Wallfahrtsorte S. Anna. So wie man an den Fuss der südlichen Thalwand gelangt, ist Gneis anstehend, vertical in N 20 W streichend, etwas höher steil W fallend. Oberhalb les Planches fand Sismonda das allgemeine Fallen des Gneis nach S bis SW. Nachdem ich etwa eine Stunde beträchtlich gestiegen, gelangte ich an den Eingang eines beinahe horizontalen, südlich tief in's Gebirge eingreifenden Alpthales, von steilen Weidgehängen umschlossen, in dessen Hintergrund nun erst das längere Ansteigen begann. Wohl zwei Stunden lang führt die gute Saumstrasse in vielen Windungen an der westlichen Thalwand, mit gleichförmiger Steigung, aufwärts, dann erreicht man, nahe an dem höchsten Kamm des Gebirges, in einer Umgebung von Gneisfelsen und Trümmern, die an das Grimselhospiz erinnert, das Santuario (2085 m.), eine Kapelle, die von einem das ganze Jahr hier wohnenden Priester bedient wird, und neben seiner Wohnung eine grosse Alphütte, worin sich an Festtagen die Menge versammelt. Der Gneis zeigt auf dem Kamme selbst (2441 m.) ein Streichen im Meridian, vertical oder steil O fallend. Bereits im Niedersteigen an der felsigt abgestürzten Südseite setzt jedoch das Fallen nach NO um, mit dem Streichen N 70 W. Man findet

dieselbe Stellung der Gneisstraten in dem felsigten, den Abfall unterbrechenden Hochthale, wo ausgezeichnete Rundhöcker an alpine Gletscherumgebung erinnern, und auch bei Isola und S. Stefano, in dem von Gebirgswassern ganz wüste gelegten Thale der Tinea, herrscht gleiches Streichen und entschiedenes Nordostfallen.

Auf den Gneis folgt, wie in den ligurischen Alpen, der *Verrucano*. Er tritt in grosser Mächtigkeit auf am Südrande der centralen Gneismasse, vom Rojathal westwärts durch den Quellbezirk der Vesubia bis in das Tineathal hinein und auf der Westseite dieses Thales aufwärts bis nach S. Stefano. Die tieferen Massen bestehen aus Conglomeraten von Gneisgeröllen, dann folgt ein grob- bis kleinkörniger Quarzsandstein von weisser oder röthlicher Farbe, und in der Höhe rauher Thon- oder Talkschiefer, violet oder roth, mit hellgrünen Flecken. — Auf der Nordseite der Gneismasse tritt das rothe Conglomerat nur bei Mojola, auf der Nordseite des unteren Sturathales, und oberhalb Valdieri, im Gessothale, hervor.

An der oberen Grenze des Verrucano, und, wo dieser fehlt, zwischen dem Gneis und dem Kalkstein, hat sich an vielen Stellen längs dem Rande unserer Centralmasse *Gyps*, *Rauchwacke*, höhlenreicher *Dolomit*, oder weisser *Marmor* entwickelt, und über diesen, oder auch direct auf Verrucano, folgt schwarzer *Kalkstein*, der, nach seinen organischen Ueberresten, als Jurakalk betrachtet werden muss. Auf dunkelgrauem, brecciösem und ganz zerspaltenem Kalk steht die Festung Demonte. In der Mitte etwa zwischen dieser und Vinadio, besteht der Fuss der nördlichen, mauerartig abgestürzten Thalseite aus schwarzem und grünem Thonschiefer, vielleicht noch dem Verrucano angehörend, nach NO fallend; auf demselben liegt, in dicken Schichten, ein der Grauwacke ähnlicher, aber stark aufbrausender *Sandstein;* dann folgt stark zerspaltener, äusserlich rostbrauner, im Inneren dunkelgrauer *Dolomit*, felsigt, von grösseren Höhlen durchlöchert; und ein ausgezeichneter, weisser *Marmor* bildet den obersten Theil der Felsmauer. Im Hintergrunde des Thales, am Argenterapass, fand

Sismonda, in einem dick geschichteten dunkeln Kalksteine, eine Menge jurassischer *Terebrateln*, in denen Bayle folgende Arten erkennt (Bull. géol. 2de s. V. 412):

T. biplicata Sow. — *T. concinna Sow.*
— *globata* — — — *perovalis* —
— *tetraedra v. Buch.*

welche auf unteren Jura hinweisen.

Die Gypsmassen und Rauchwacken treten besonders am westlichen und südlichen Rande der Centralmasse, in den Gebirgen, welche das Thal der Tinea gegen Frankreich begrenzen, häufig hervor; so bei S. Dalmazo selvatico, S. Stefano, S. Salvatore und bei Bollena im Thale der Vesubia. In bedeutender Ausdehnung und meist, wie seine Grundlage von Verrucano, von der Gneismasse abfallend, ist auch schwarzer Kalk mit Lias- und Oolithpetrefacten entwickelt. Nach Pareto enthält dieser Kalk in der Umgebung von S. Salvatore die *Gryphæa arcuata*. Sismonda zählt aus dieser Gegend folgende Species auf:

Gryphæa arcuata Lam. — *Ammon. Calypso d'Orb.*
Pholadomya truncata Goldf. — — *communis Sow.*
Tereb. triplicata Phill. — — *Holandrei d'Orb.*
Ammonites biplex Sow. — — *bifrons Brug.*
— *Dudressierii d'Orb.* — — *Parkinsoni Sow.*
— *heterophyllus Sow.* — — *Brongniarti* —

Es stimmen dieselben nicht gut zusammen, da die einen dem unteren Lias, die Mehrzahl jedoch dem tieferen Oolith angehören. Diese Kalkmassen stehen unmittelbar und am Tage im Zusammenhange mit den Kalkgebirgen, welche die Gneismasse der ligurischen Alpen umschliessen, und am Col di Tenda vereinigen sich die südlich von beiden Centralmassen liegenden Kalkzonen, sowohl unter sich, als mit den nördlichen Kalkgebirgen, in welchen sich der Ausgang des Sturathales befindet. Gegen Frankreich hin verliert sich die breite gebirgigte Zone dieser westlichen Kalkmasse, der Quellbezirk des Var und seiner östlichen Zuflüsse, unter Kreidebildungen, tritt aber am Westrande der Alpen wieder hervor in dem vielfach zerrissenen Gebirgslande der

Basses-Alpes, das sich von Castellane nordwärts gegen Gap und die obere Durance fortzieht und bei Mézel und Digne an die Nagelfluh- und Molassebildungen der Provence angrenzt. Dunkelgraue bis schwarze Farben bezeichnen auch diese Kalksteine und Schiefer als ächt alpinische. In der Tiefe herrschen dichte Liaskalkschichten, welche mit dunkeln, bröcklichen Mergelschiefern abwechseln und, nach Gras, folgende Petrefacten enthalten:

Gryphæa arcuata Lam.
— *cymbium* —
Pecten æquivalvis Sow.
Plagiost. duplicatum —
Ammon. divisus Blainv.
Terebr. indentata Sow.
Pentacr. vulgaris Schlot.
— *caput Medusæ Mill.*

Höher folgen, in grosser Mächtigkeit, dunkle Mergelschiefer, in oft seltsamen Windungen und Zickzackbiegungen, durch Gebirgswasser in tiefen Graben und Schluchten aufgerissen, nach den wenig zahlreichen organischen Ueberresten, meist *Posidonien* und *Ammoniten*, in ihrer tieferen Masse noch dem Lias, in der höheren dem mittleren Jura, oder Oxfordthon beizuzählen. Es sind diese Schiefer, deren rasch fortschreitende Zerstörung, herbeigeführt durch das Niederschlagen der Wälder, die einst fruchtbaren Berglande zwischen Digne und Seyne, bei Barcelonnette und Gap, mit gänzlicher Verwüstung bedroht. Ueber den oft mehr als tausend Fuss hohen Schieferhalden erheben sich hohe Mauern von dunkelgrauem, dichtem, oder schuppigem Kalkstein, ebenfalls arm an Petrefacten. Belemniten, Aptychus und Ammoniten, nach Gras

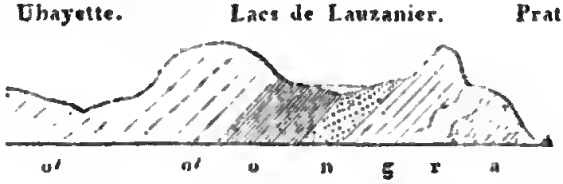
Amm. biplex Sow.
— *plicatilis Sow.*
— *triplicatus* —

deuten auf oberen Oxford. In der ganzen Erstreckung der französischen Alpen scheint der Oxfordjura, in eine untere schiefrige und eine obere Abtheilung von festem Kalkfels zerfallend, unmittelbar dem Lias aufzuliegen (Thiollière).

Die Kreide- und Eocenbildungen entwickeln sich um so mannigfaltiger, je mehr das Gebirge nach Westen fortschreitet. Während in Italien noch Hippuritenkalk, Alberese und Macigno untrennbar verbunden erscheinen, in

Ligurien dann die drei Stufen des Nummulitenkalkes, Macigno und Fucoidenschiefers in regelmässiger Altersfolge auftreten, lässt sich in den Umgebungen der Meeralpen beinahe die ganze Mannigfaltigkeit der alpinischen Kreide- und Eocenbildung, vom Neocomien durch den Grünsand aufwärts bis in die Fucoidenschiefer, jede durch ihre organischen Ueberreste charakterisirt, nachweisen.

Es ist diese Folge vorzüglich am äusseren Rande des Gebirges entwickelt, wo Pareto bereits bei Mentone den gelben Neocomienkalk zu erkennen glaubte, wo auch Bellardi, zwischen Drappo und Scarena, oberhalb Nizza, die reiche Sammlung mannigfaltiger Gasteropoden, Acephalen und Zoophyten zusammenbrachte, welche so auffallend an die Fauna des Pariser-Grobkalkes erinnert. Im Gebiete der Hochalpen dagegen folgt unmittelbar, wie im Apennin, auf den unklar charakterisirten Jurakalk die Nummulitenbildung, und die Decke des Gebirges bilden in weiter Verbreitung die mächtigen Fucoidenschiefer. So in dem schönen Profil des Col de Pouriac oder de Lauzanier (2548 m.), der, südlich vom Argenterapasse, aus dem Hintergrunde des Tineathales in das nach Barcelonnette auslaufende Thal der Ubayette führt.



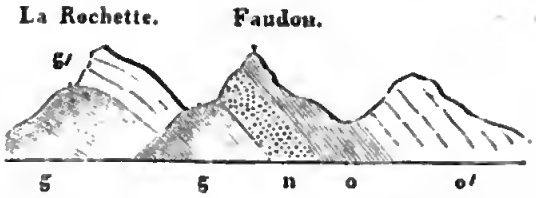
a Gneis.
r Gyps.
g Jurakalk.
n Nummulitenkalk.
o Quarzsandstein.
o' Fucoidenschiefer.

Das Thal der Tinea ist von S. Stefano aufwärts enge zwischen Gneisgebirgen eingeschlossen; der Weg folgt, oft hoch über dem mit Geschieben bedeckten Thalboden, bald der einen, bald der anderen Thalwand. Der M. Pebrun, am Nordrande der Gneismasse der Meeralpen, bleibt im Osten. Von Vens bis Prats durchzieht man, ohne geregelten Pfad, das breite Strombett. Dann steigt, beträchtlich steil und anhaltend, ein wildes Felstobel voll Gneistrümmer nach der breiten, hüglichten Stufe

der Alpweiden von Salsemoraine, wo viele trichterförmige Einsenkungen die herrschende Steinart bezeichnen, die auch am Fusse der schroffen Felswände in weissen Gypsanbrüchen zu Tage geht. Verrucano, den man hier erwarten sollte, scheint zu fehlen. Aufwärts über die Schichtenköpfe deutlich abgesonderter, nördlich fallender Lager von dunkelgrauem Kalkstein, erreicht man den höchsten Kamm des Gebirges, die Wasserscheide italischer und französischer Ströme, eine gegen Nord abfallende nackte Kalksteinfläche. Nach kurzem Niedersteigen findet man in der Umgebung des oberen See's von Lauzanier dunkle Kalkschiefer mit *Nummuliten*, *Operculinen*, *Turbinolien*, *Astræen*, *Cerithien*, *Natica* und anderen tertiären Geschlechtern. Auf diesem Nummulitenkalk liegen feste, Quarzit ähnliche Sandsteine, rhomboedrisch zerklüftet, mit gelben und rothen Flechten bewachsen, wie sie sonst auf Gneis und Granit vorkommen, von Pareto als Macigno beschrieben, aber wohl eher als höhere Masse der Nummulitengesteine zu betrachten, und verschieden von dem Macigno der Fucoidenschiefer und des toscanischen Apennins. Dann folgen, in grosser Mächtigkeit, schiefrig thonige Kalksteine, Kalk- und Mergelschiefer, mit Abdrücken von Mäandrinen, und Fucoiden, zu hohen Gebirgen aufsteigend, das Längenthal der Ubayette zu beiden Seiten umschliessend und auf allen Höhen weithin sich bis nach der Durance ausbreitend.

Das Thal der Durance, von Embrun nach Gap und weiter abwärts, ist, wie die meisten tieferen Thäler dieser Gegend, in die schwarzen Juraschiefer eingeschnitten; aber jenseits demselben erscheint auf den Höhen wieder dieselbe Folge apenninischer Formationen, wie am Passe von Lauzanier. Besonders reich an Petrefacten ist der Hügel Faudon, zwei Stunden östlich von Gap.

Bei dem auf der Nordseite des Thales bereits in beträchtlicher Höhe liegenden Hofe der Rochette erhebt sich über den Halden schwarzer Mergelschiefer, worin in der Tiefe dickere Lager, wahrscheinlich von Liaskalkstein, liegen, eine bei 50 m. hohe Felswand N fallender dunkler Kalkschichten mit Knauern von schwarzem Feuerstein, durch das Vorkommen von *Aptychus* als Oxford bezeichnet. Weiter



g Schwarze Schiefer.
g' Oxfordkalk mit Aptychus.
n Nummulitenkalk.
o Quarzsandstein.
o' Fucoidenschiefer.

östlich steigt bei le Collet, ebenfalls am Rande der Hochfläche gegen das Durancethal, die Felsspitze des Faudon auf. Die Decke von festerem Kalk über dem dunkeln Oxfordschiefer fehlt hier; statt derselben findet sich der Nummulitenkalk mit dicht gedrängten organischen Ueberresten, besonders *Nummuliten (N. globulus* Leym, *N. atacica* L.), *Orbitoliten*, *Operculinen (O. ammonea* L.), *Turbinolien*, *Astræen*, *Natica*, *Turritellen (T. imbricataria)*, *Conus*, *Cerithien* u. s. w.

Der Nummuliteukalk wird noch im Faudongipfel selbst bedeckt von Quarzit ähnlichem Sandstein und, nach einer Unterbrechung durch eine mit Sandsteinblöcken erfüllte Felsschlucht, folgen höhere, weit nach Nordost hin sich ausbreitende Gebirge von Fucoidenschiefer.

Die im Gebiete der höheren Alpen unterdrückten Glieder der Formationsfolge finden sich zum Theil in grösserer Entfernung vom Centralgebirge entwickelt. Es scheint das letztere und seine Umgebung trocken gelegen zu haben, als anderwärts sich die Ablagerungen der jüngeren Secundärzeit bildeten, und hier bereits der Gegensatz zwischen der Mittelzone und ihrer Nebenzone hervorzutreten.

Die älteren Kreidebildungen von Mentone und Nizza setzen längs dem südlichen Rande der Gruppe über Grasse und Castellane in westlicher Richtung fort, bis sie von der Nagelfluh- und Molassebildung bedeckt werden. Sie tauchen jedoch noch jenseits der Durance und bis Marseille in einzelnen Rücken aus dem Tertiärboden hervor.

Ihnen gehören an: die Montagne de Lure, der Mont Ventoux, der Mont Leberon und die petrefactenreichen

Hügel les Alpines, aux Martigues und von Cassis, in der Nähe von Marseille, welche auf eine durch jüngere Bildungen und das Meer grossentheils verdeckte Verbindung zwischen der alpinischen Kreide- und Eocenbildung und den, nach Steinart und Petrefacten damit übereinstimmenden Bildungen der Corbières und Pyrenäen hinweisen. Man unterscheidet in dieser, am Rande der Alpen auftretenden Kreidezone vorzüglich drei constant getrennte Stufen.

Die tiefste, der untere Neocomien, zeigt einen Wechsel gelber und grauer Mergel mit Lagern von dichtem, erdigem, oder schuppig körnigem, festem Kalkstein von gelber oder blaulicher Farbe. Als Petrefacten enthält diese bei Barrême, Castellane, Châteauneuf, aux Alpines, vorzüglich

Belemnites dilatatus,
—— *latus*,
—— *subfusiformis*,
—— *polygonalis*;
Nautilus pseudoelegans,
—— *neocomiensis*;
Ammonites Astierianus,
—— *clypeiformis*,
—— *neocomiensis*,
—— *Leopoldinus*;
—— *radiatus*:
Crioceras Duvalii,
—— *Emerici*;
Toxoceras Requienianus;
Ancyloceras dilatatus;
Scaphites Ivanii;
Hamites incertus,
—— *dissimilis*;
Ptychoceras Emericianus;
Baculites neocomiensis;
Pleurotomaria neocomiensis,
—— *elegans*;
Rostellaria alpina;
Pterocera pelagi,
—— *Beaumontiana*;
Trigonia carinata,
—— *caudata*;
Pinna Robinaldina;
Mytilus æqualis,
—— *Carteroni*;
Panopæa rostrata;
—— *neocomiensis*;
Lima Carteroniana;
Ostrea Couloni,
—— *macroptera*;
Rhynchonella depressa,
—— *lata*;
Terebratula prælonga,
—— *Marcousana*,
—— *hippopus*,
—— *diphyoïdes*,
—— *sella*;
Spatangus retusus.

Eine zweite Stufe, der Rudistenkalk, oder obere Neocomien (Terrain urgonien d'Orb.), besteht aus unklar

stratificirtem, weissem oder gelblichem, verwachsen körnigem Kalkstein, worin als charakteristische Petrefacten,

Caprotina ammonia,
— — *Lonsdalii*,
Caprinella Doublieri,
Radiolites neocomiensis;
Nerinea Coquandiana,
— *Renauxiana*,
— *gigantea*;
Natica Hugardiana

vorkommen.

Im ganzen südlichen Frankreich, wie in Savoyen, fällt dieser Rudistenkalk vorzugsweise in's Auge, als abgestürzte Felsen, die sich auf der Höhe der Hügel zu weiten Flächen ausdehnen und mauerartig die meist bewachsenen Gehänge des unteren Neocomien krönen.

Ueber dem Rudistenkalk liegt bei dem Hofe Bedoule, oberhalb Cassis, bei Gargas, nordwestlich von Apt und an anderen Stellen das Terrain aptien von d'Orbigny, oder die Argile à Plicatules von Cornuel; eine graue oder gelbliche Mergelbildung von nicht bedeutender Mächtigkeit, aber mit eigenthümlicher Fauna:

Belemn. semicanaliculatus;
Nautilus Requienianus,
Ammonites consobrinus,
— — *Martinii*,
— — *nisus*;
Toxoceras Emericianus;
Ancyloceras Matheronianus;
Ancyloceras Renauxianus;
Cerithium aptiense;
— — *gargasense*;
Panopæa Prevostii;
Plicatula placunea,
— — *radiola*;
Ostrea aquila;
Rhynchonella decipiens.

Die dritte Hauptstufe, mit welcher in einem grossen Theile der Südwest- und Westalpen die Kreidebildung sich nach oben abschliesst, ist der Gault, Grünsand, Terrain albien d'Orb.; meist ein Sandstein voll grüner Punkte von Eisensilicat, mit grauem, gelblichem oder weissem Mergelcement; zuweilen, besonders im mittleren Theile, das Cement auch rein von grünen Punkten. Aehnliche grüne Sandsteine kommen auch im Neocomien vor, als *Unterer Grünsand*, und können, wo keine Petrefacten vorkommen, leicht mit diesem *Oberen Grünsand* verwechselt werden. Dieser zeigt indess fast überall (Escragnolles

Vergon, S. Paul-3 Chateaux, Dieu-le-fit) einen grossen Reichthum an organischen Ueberresteu. Charakteristisch sind:

Nautilus Clementinus;
Ammonites Beudanti,
— — *interruptus*,
— — *mammillaris*,
— — *Lyelli*,
— — *latidorsatus*,
— — *Mayorianus*,
— — *Velledæ*;
Hamites elegans,
— — *virgulatus*;
Crioceras Astierianus;
Turrilites Bergeri,
— — *catenatus*;
Scalaria Clementina;
Avellana inflata;
Natica Clementina,
— *gaultina*;
Solarium moniliferum,
— — *conoideum*,
— — *dentatum*,
— — *granosum*;
Turbo Chassyanus;
Pleurotomaria dimorpha,
— — *lima*,
— — *gurgitis*;
Rostellaria Parkinsoni;
Arca carinata;
Inoceramus sulcatus,
— — *concentricus*;
Rhynchonella Emerici,
— — *polygona*,
— — *pecten*;
Terebratula Dutempliana.

Der Gault wird in diesem Theile von Frankreich meist unmittelbar von obertertiären oder noch jüngeren Formationen bedeckt und tritt nirgends mit dem Nummulitenkalk oder Flysch der Alpen in Berührung. In der Gegend von Marseille jedoch (Martigues, Cassis, Ciotat), auch bei Escragnolles, Uchaux u. a. O. finden sich über demselben auch jüngere Glieder der Kreidegruppe.

Das Terrain Cénomanien und Turonien d'Orb., die Chloritische Kreide, Craie tufau, Chalkmarl, zeigt sich in der Tiefe meist als ein eisenschüssiger Sandstein, Kalkstein und Mergel, der sich enge an die oberen Gaultlager anschliesst und mannigfaltige Cephalopoden, Gasteropoden und Acephalen enthält, in der Höhe als ein blaulicher Kalkstein und Kalkmergel, ausgezeichnet durch eine grosse Zahl von Hippuriten, Radiolithen, Caprotinen, Nerineen. — Als charakteristische Species sind anzuführen:

Nautilus lævigatus,
— — *elegans*;
Ammonites varians,
— — *Mantelli*,

Ammonites rhotomagensis;
Scaphites æqualis;
Hamites armatus;
Baculites baculoides;
Turrilites costatus;
Turritella Renauxiana,
— — *Coquandiana*,
— — *granulata*;
Nerinea Pailletteana,
— *Requieniana*;
Acteonella crassa;
Avellana cassis;
Natica lyrata;
Pleurotomaria Mailleana,
— — *perspectiva*;
Rostellaria simplex,
— — *Requieniana*;
Pterocera marginata;
Cerithium peregrinosum;
Cardium hillanum,
— *productum*,
— *Moutonianum*,
— *Mailleanum*;
Trigonia dædalea,
— *scabra*;
Pectunculus Renauxianus;
Arca Moutoniana;
Panopæa Astieriana;
Inoceramus striatus,
Lima clypeiformis;
— *Astieriana*;
Pecten orbicularis,
— *asper*,
— *Puzosianus*:
Janira quinquecostata,
— *æquicostata*,
— *alpina*;
Ostrea carinata,
— *columba*,
— *haliotidea*,
— *conica*,
— *diluviana*,
— *acutirostris*;
Rhynchon. Lamarckiana;
— — *compressa*;
Terebratula biplicata;
Hippurites cornu-vaccinum,
— — *dilatata*,
— — *canaliculata*,
— — *sulcata*,
— — *Toucasiana*,
— — *organisans*;
Caprina Aguilloni;
Radiolites Angeiodes,
— — *Desmouliniana*,
— — *mammillaris*;
Biradiolites cornu-pastoris.

Die oberste Kreidestufe, das Terrain Senonien, oder die Weisse Kreide, scheint in der Provence nicht vertreten, und erst in den Pyrenäen und im SW Frankreich, in der Gegend von Bayonne, finden wir die ihr entsprechende Fauna:

Ostrea vesicularis;
Pecten cretosus;
Lima Mantellii;
Inoceramus Lamarckii;
Inoceramus regularis;
Ananchytes ovata,
— — *sriata*;
Tragos pisiformis,

in einem blaulich grauen, thonigen Kalkstein, der Lager

und Knauer von schwarzem Feuerstein einschliesst (Bull. géol. n. s. IV. 712). Ueber diesen Kreidelagern liegt, sowohl im höheren Theile der Pyrenäen, als an ihrem Fusse, bei Bayonne, die Nummulitenbildung.

Von der subapenninen Tertiärbildung zeigt sich eine isolirte, petrefactenreiche Partie bei Nizza. In den Umgebungen von Marseille und Aix ist eine ältere Süsswasser- und Lignitbildung, die man als eocen betrachtet, von bedeutender Mächtigkeit und weit verbreitet. Ueber ihr liegen marine Tertiärbildungen. In näherer Verbindung mit den Alpen und in grösserer Entwicklung, erscheinen diese jüngeren Bildungen in dem weiten Busen, der sich längs der Durance von Digne und Mézel südwestlich, zwischen zwei Ausläufern des Kreidegebirges, gegen Manosque und Pertuis ausdehnt. Nach Gras und anderen französischen Geologen zerfällt diess Tertiärgebirge von unten nach oben in folgende Stufen:

Die Süsswassermolasse, welche auf der Westseite der Durance, zwischen den Gebirgszügen der Kreide, bis nach der Rhone fortsetzt und unmittelbar dem Grünsand aufliegt, bildet ein ausgedehntes Hügelland, dessen Schichten im südlicheren Theile ihrer Verbreitung, bei Manosque, von O nach W oder genauer N 70 O nach S 70 W streichen und in jeder Neigung bis vertical stehen, im nördlichen Theile, bei Forcalquier, beinahe horizontal liegen. Sie besteht vorherrschend, in oft wiederholtem Wechsel, aus grauen, gelben und rothen Mergeln, lockeren Sandsteinen, bituminösen Mergelschiefern und Süsswasserkalksteinen, und enthält untergeordnete, aber weithin fortsetzende Lignitlager und einzelne Gypsmassen. In den Mergeln und Kalksteinen findet man *Limneen*, *Planorben*, *Paludinen*, *Cyclostomen*, *Helix*, in den Kalkschiefern Dicotyledonenblätter und Abdrücke von Fischen, ähnlich denjenigen von Aix.

Auf dieser wohl 300 bis 600 F. mächtigen Süsswassermolasse, oder auch, wo diese fehlt, auf dem Lias, dem Neocomien oder dem Grünsand, liegt die Meeresmolasse, als fester oder lockerer Mergelsandstein, oder auch als Nagelfluh von Quarz-, Quarzit- oder auch Kalksteingeröllen, zuweilen mit untergeordneten grauen Mergel-

lagern. Die Petrefacten sind zum Theil sehr zahlreich. Nach Gras findet man

Panopæa Faujas,
Venus Brocchii Desh.,
— *rustica Sow.*,
Arca antiquata Broc.,
Pecten benedictus Lam.,
Tellina tumida Broc.,
Pyrula ficoides Broc.,
Cerithium lima Brug.,
Turritella terebra Broc.,
Clypeaster,
Balanus.

Einzelne Bänke enthalten grosse und dicke Austern, *O. virginica* ähnlich, andere bestehen zum Theil aus kleinen Kalkgeröllen und schliessen Bufoniten, Trümmer von Korallen und Encrinitenstacheln ein. Es gilt diese Meeresbildung als miocèn, obgleich ihre Petrefacten denjenigen der Subapenninenbildung näher stehen, als denen der Superga.

Die oberste Stufe des Tertiärgebirges ist eine jüngere Kalknagelfluh, zum Theil von grosser Festigkeit. Sie bildet zwischen der Durance und den Kalkalpen von Digne ein mächtiges Hügelland, dessen Gipfel und Rücken sich bis auf tausend Fuss über die Durance erheben und ist bei les Mées durch Erosion zu einem Labyrinth mehr als hundert F. hoher, dicker Pfeiler zerschnitten, die an Adersbach oder an gigantische Tempelruinen erinnern. Die Schichten sind oft, wie die der unteren Stufen, steil geneigt nach verschiedenen Richtungen. Als organische Ueberreste findet man, in untergeordneten Mergellagern, *Helix* und *Unio* und andere Süsswassermuscheln.

3. Die Cottischen Alpen.

Das Gebirgssystem der Alpen entwickelt sich in seinem Fortschreiten gegen Norden mit zunehmender Mannigfaltigkeit. Statt einer einzelnen Centralmasse krystallinischer Gesteine treten mehrere neben einander auf, und im Verhältniss zu ihrer Anzahl und Ausdehnung vergrössert sich die Breite des Systemes. Es beträgt die Entfernung zwischen dem inneren und äusseren Fusse der Alpen, wenn die Tertiärbildungen ausgeschlossen werden,

zwischen	Carcare	und	Savona	2	Meilen (20 M. = 1°)
„	Demonte	„	Digne	16	„
„	Pignerolo	„	Voreppe	25	„
„	Ivrea	„	Genf	29	„

Die Gruppe, die wir mit dem alten Namen der Cottischen Alpen bezeichnen, und gegen Mittag durch die breite Einsattlung des Colle dell' Argentera (2019 m.), nach Westen durch das Thal der Durance, gegen Nord durch den M. Genèvre (1865 m.), Susa und Rivoli begrenzen, entspricht dem Charakter unserer Centralmassen nur unvollkommen. Die Begrenzung gegen Norden kann fast eine willkürliche genannt werden, da die Steinarten der Gruppe durch den breiten Alluvialboden des Susathales an der Oberfläche zwar abgeschnitten werden, in der Tiefe aber ohne Zweifel mit denjenigen der nördlich anstossenden Gebirge im Zusammenhang stehen. Auch vermisst man die fächerförmige Structur der krystallinischen Gesteine und ihre Umschliessung durch abfallende Kalk- und Schieferbildungen. Es ist vielmehr diese Gneis- und Glimmerschiefermasse, die von Saluzzo bis an die Dora Baltea unmittelbar aus dem piemontesischen Alluvialboden aufsteigt und in einzelnen Kuppen, wie am Schlosshügel von Saluzzo und bei Cavour, denselben auch inselartig durchbricht, eine eigenthümliche südalpine Gebirgsform, die für den inneren Rand der Alpen eben so charakteristisch ist, als es die centralen Gneisfächer für die Mittelzone der Alpen sind.

Man sucht vergebens nach der grossen Beständigkeit des Streichens und seinem Zusammenhange mit der äusseren Gestaltung und Erstreckung, welche in den Centralmassen so auffallend hervortreten. Man vermisst die vorherrschend steile oder verticale Stellung der Straten. In weiten Gebieten schwankt der Neigungswinkel um 45°, oder die Straten liegen sogar horizontal; die Gebirge zeigen daher auch nicht scharfe Zacken und schroff aufgerichtete Felsplatten, sondern nähern sich dem Tafelcharakter und tragen, je nach der Höhe, zu der sie erhoben wurden, reiche Vegetation oder ausgedehnte Schneefelder. Ihre Erhebung geschah offenbar nicht durch Drehung der Straten um eine lineare Axe, sondern massenweise durch das Aufsteigen

einer ausgedehnten Landesfläche, deren mittlerer zurückgesunkener Theil vielleicht die, tief unter jüngeren Bildungen begrabene Grundlage der piemontesischen Ebene bildet. — Auch in der Beschaffenheit und Verbindung der Gebirgsarten lässt sich in dieser südalpinischen Zone, von den Quellen des Po bis nach Tyrol hinein, eine Uebereinstimmung nicht verkennen. Die vorherrschende Steinart schwankt zwischen Glimmerschiefer und Gneis, und der vollständig entwickelte, dem Granit nahe stehende Gneis, der mit Talk gemengte Alpengranit oder Protogin des Montblanc und Gotthard, kommt nicht vor. Dagegen stets wiederkehrende Einlagerungen von Kalkstein, Marmor oder Dolomit und mit ihnen meist auch Hornblendschiefer und Hornblendgneise. Auch die Serpentine und Gabbromassen, die von Savona westwärts, in den Ligurischen und Meeralpen, nicht mehr vorkommen, treten nun von neuem wieder auf und bleiben, nach ihrer ganzen Erstreckung, die treuen Begleiter der Zone.

Ungeacht dieses engen Zusammenhanges der Cottischen Alpen mit ihrer nördlichen Fortsetzung, liegt schon in ihrer von den alten Geographen eingeführten Unterscheidung eine Anerkennung natürlicher Begrenzung, und auch die übrigen Gruppen, in die wir das Alpensystem zerlegen, sind ja nicht als selbständige, von einander unabhängige Gebirge aufzufassen.

Im Mittelpunkte der Gruppe steht die Pyramide des M. Viso, 3840 m. hoch; in geringer Entfernung, südwestlich, durch den Col de Longet davon getrennt, der Grand Rioburent, 3369 m. hoch; im Norden die Maidassa, 3350 m, durch den Col de la Traversette vom Viso geschieden. Weiter nördlich finden wir in der Wasserscheide noch den M. Glaisa, 3343 m. hoch; in den östlichen Ausläufern den M. Rognosa, 3329 m. hoch; im Quellgebiete des Clusone, den M. Albergian, 3045 m. hoch, südwestlich von Fenestrelles.

Die Hauptmasse des Viso besteht aus Serpentin und Gabbro, der Fuss aus krystallinischen Schiefern. Nirgends sonst in den Alpen steigt der Serpentin auf diese Höhe, und kein anderer ihrer Gipfel steht so vereinzelt, so fern

von jedem anderen an Höhe ihm nachstrebenden, so gewaltig die ganze Umgebung beherrschend. Das übrige Gneis- und Glimmerschiefergebirge der Gruppe erstreckt sich zwischen dem M. Viso und der Ebene, nördlich bis an das Thal der Dora, südlich bis an die Maira. Der Alpenkamm aber, über welchen die Fusspfade der Cols de Maurin, 2982 m., de Longet, 2702 m., de la Traversette, 2995 m., de la Croix oder d'Abriès, 2320 m. und die Kunststrasse des M. Genèvre, 1865 m., führen, die Wasserscheide der Stromgebiete des Po und der Rhone, gehört nicht mehr diesen krystallinischen Schiefern an, er liegt bereits in dem weiten Gebiete der Bildungen von Verrucano, dunkelm Kalk und grauem oder schwarzem Schiefer, das sich von der Umgebung der Meeralpen aus nordwärts ausbreitet und die Gneismasse der Cottischen Alpen von der Centralmasse der Oisansgebirge scheidet.

Die nördlichste Stelle, wo, an den Quellen der Tinea, die Gneismasse der Meeralpen noch zu Tage geht, ist von dem südlichsten Gneise der Cottischen Alpen, in der Gegend des M. Viso, fast sechs Meilen entfernt. In diesem Zwischenraume, in der Grundlage des Rioburent, setzen die Kalksteine und Macigno der Provence, ohne Unterbrechung, quer über den Alpenkamm nach Piemont über. Sie haben durch ihre leichte Zerstörbarkeit den Armee'n der sich bekämpfenden Nachbarvölker einen wiederholt benutzten Uebergang bereitet.

Nördlich vom M. Viso ist die Gestaltung des Gebirges eine sehr auffallende. Der Hauptkamm der Alpen wendet sich vom Viso an gegen NW und trifft jenseits dem Mont Genèvre, im Mont Tabor, in einem spitzen Winkel zusammen mit der Kette, die im Mont d'Ambin gegen Susa ausläuft. In dem Winkel beider Ketten erhebt sich der halbkreisförmige Gebirgskamm des Col de l'Assiette und beinahe concentrisch, der noch mehr dem Inneren zu liegende Kamm des M. Albergian. Hierdurch erhalten die Waldenserthäler der oberen Dora und des Clusone die merkwürdig gebogene Gestalt, die an vulcanische Ringthäler erinnert, ohne dass jedoch in der Steinart dieser

Gebirge sich eine näher liegende Ursache dieser Gestaltung nachweisen liesse.

Nachdem man über den Col de Lauzanier nach l'Arche, in das Thal der Ubayette, niedergestiegen, sieht man sich von allen Seiten umgeben von den Fucoiden- und Mäandrinenschiefern, welche in den südlicheren Gebirgen den Nummulitenkalk bedecken. Die Steinart, die Gestaltung der Gebirge und die Vegetation erinnern an die freiburgische Val Sainte oder an Prättigau. Auch längs der Ubaye aufwärts nach S. Paul bleibt man im Gebiete dieser Gesteine, deren vielfach gewundene Schichtung jedoch das Verfolgen der Lagerungsverhältnisse sehr erschwert. Je weiter man aufsteigt, desto glänzender und fester wird das Gestein. Oberhalb les Serénes wird der Schiefer verdrängt durch SW fallenden krystallinischen Kalkstein, vorherrschend grau, zum Theil auch roth oder weiss. Noch höher im Thale treten, als Grundlage des Kalksteines, mächtige Verrucanofelsen auf, als talkführende Quarzconglomerate und Quarzite, weithin anhaltend, in der Höhe stets überlagert von dem früheren Kalkstein, der zuweilen auch wieder bis in das Thal niedersteigt. Wo man nun, in der Gegend von Maurin, erwarten möchte, unter dem Verrucano Gneis hervortreten zu sehen, erscheinen wieder graue, glänzende Schiefer und Kalksteine, in Verbindung mit grünen und rothen Galestro- und Epidotschiefern und mächtigen Serpentinmassen, die auf der Ostseite des Thales von Kalkspath durchzogen sind und einen schönen, demjenigen von S. Caterina auf Elba gleichen, Marmor liefern. Das Fallen ist stets nach SW, und die grünen Schiefer zeigen, weithin anhaltend, alle Abänderungen von Cipollin-, Serpentin- und Epidotschiefern, die zwischen Genua und Savona auftreten. Nach der Tiefe zu, wenn man das Thal aufwärts verfolgt, wird der Schiefer wieder grauer, glänzender Thonschiefer, wie er sich in gleicher Verbindung auch an der Küste von Genua findet, und in der Nähe des Lac de Prarouart wechseln damit dicke Massen von grauem, körnigem Kalkstein.

Von dem, durch nahe tretende Felswände, einem Querthale ähnlich, enge umschlossenen, Lac Prarouart steigt

man ziemlich stark und auf felsigtem Pfade nach den schönen Alpweiden von Vorder-Longet, wo der Pass sich in ein antiklinales, offenes Längenthal umbiegt. Die grauen Schiefer der Nordseite gehen durch W Fallen über in NW und N Fallen, während auf der Südseite, in der Grundlage des Rioburent, das frühere Fallen herrschend bleibt. In grösserer Höhe sieht man auch den Serpentin und die grauen Schiefer, als Decke der grauen, die Gebirgskämme bilden. Auf Ober-Longet, in der Umgebung der kleinen See'n, zeigen die Schiefer höheren Glanz und näheren sich wahrem Glimmerschiefer; doch fehlen auch hier die Einlagerungen von grauem, körnigem Kalk nicht, welche auf einen ursprünglich neptunischen Charakter dieser Gesteinsfolge hinweisen. Auf der Nordseite erhebt sich über diesen Schiefern ein hoher, schwarzer Gipfel, von welchem Trümmer von Gabbro herkommen. Noch einmal steigt man stark und jäh aufwärts, dann ist der Col erreicht, und man erblickt nahe vor sich, gegen Ost, die hohe Pyramide des M. Viso, von welchem man durch das tief eingeschnittene öde Felsthal der Combe de Souste oder Soustra getrennt wird. Die glimmerigen Schiefer auf dem Passe fallen nach W und auch die zahlreich hinter einander aufsteigenden Felsgräte der südlicheren Gebirge sind alle gegen Osten steil abgestürzt und verflachen sich gegen W.

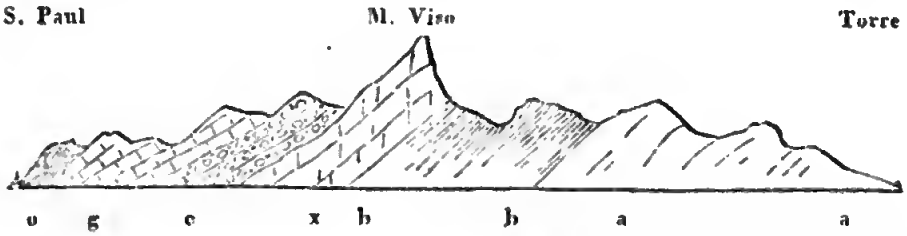
Am Ausgang der Combe de Souste sieht man sich am Rande eines bei zweitausend Fuss hohen Absturzes, der in das grosse Circusthal von la Chenal oder Chianale führt, mit fast kreisrundem, ebenem Weideboden, umschlossen von schroff abfallenden Gebirgen. Hier wechseln, wie jenseits dem Passe, glimmerführende Kalksteine und Kalkschiefer, in grossen Tafeln brechend und als Bedachung benutzt, mit Glimmerschiefer ähnlichen Thonschiefern, stets W fallend. Die allgemein in dieser Gegend herrschende Richtung des Streichens ist N 15 W oder der magnetische Meridian, h. 12. Von der Höhe aber bringen die Bergwasser und Trümmerhalden, auf der Südseite, wie auf der Nordseite des Thales, Serpentin, Gabbro und grüne Schiefer herunter. Mit nicht starkem Falle führt von la Chenal die Strasse längs der linken Thalseite durch mehrere Bergdörfer

auswärts; man erreicht Torre del Ponte, wo bereits edlere Bauart und eine schönere Vegetation den milderen Himmel bezeugen, man sieht zur Rechten die verlassene Festung Castel-Delfino; und das schöne Thal der Vraita, mit reicher Waldung von Nuss- und Kastanienbäumen und Dörfern besetzt, öffnet sich gegen die Ebene von Piemont.

Bis an den Ausgang erleiden die Herabrollungen von Serpentin und grauem Schiefer am Fusse der nördlichen Thalseite keine Unterbrechung; in der Tiefe aber sind dunkelgraue Glimmerschiefer oder Kalkglimmerschiefer mit vielen Quarzmandeln und Quarzstraten die herrschende Steinart, und erst vor Melle zeigt sich wahrer Gneis und setzt fort bis an den Thalausgang. Hier wird er wieder verdrängt durch Glimmerschiefer und Quarzit, und diesen gesellen sich auch Lager von Kalk bei, die bei Isasca als weisser Marmor oder Cipollin, bei Piasco als dunkelgraue, in grosse Tafeln sich spaltende Kalksteine auftreten.

An dem Passe der Traversiera, der aus dem Hintergrunde des Vraitathales in das der Maira führt, fand Sismonda das Verrucanconglomerat auch auf der Ostseite des Hauptkammes der Alpen, der hier von den Grenzlinien der Formationen schief durchschnitten wird. Die Schichtung fällt, auf der Seite von Piemont, wie jenseits, im Thale der Ubaye, nach SW, während die Wasserscheide, welche zugleich die politische Grenze bildet, ungefähr von S nach N, oder genauer, fast senkrecht auf das Streichen der Schichtung, von SSW nach NNO läuft. Man steigt von Castel-Delfino das Bellinothal aufwärts, durch die südliche Fortsetzung der glimmrigen Schiefer und körnigen Kalksteine, die man im Thale von Chianale kennen gelernt hat; auf diesen liegen, gegen die Passhöhe zu, die bunten Schiefer, Quarzite und talkreichen Quarzconglomerate des Verrucano, die auch südwärts vom Passe sich weit in das Mairathal hinein verbreiten, und über diesen Gesteinen folgt, wie im Thale der Ubaye, wieder dunkler, körniger Kalk, zum Theil in gekrümmter und unregelmässig fallender Schichtung, den Kalksteinmassen sich anschliessend, die wir im Hintergrunde des Sturathales, auf Col d'Argentiera und im mittleren Thale der Ubaye, gefunden haben.

Entwirft man nach den angeführten, theils auf eigener Beobachtung beruhenden, theils den Mittheilungen von Sismonda entnommenen Angaben, ein Profil durch diesen Theil der Alpen, von S. Paul nach Torre im Lusernathale,



a Gneis.
b Schiefer und Kalkstein.
c Verrucano.
g Jurakalk.
o Macigno ähnliche Sandsteine und Schiefer.
x Serpentin.

und vergleicht dasselbe mit den Profilen durch die Ligurischen und die Meeralpen, so zeigt sich ein wesentlicher Unterschied in der mächtigen Lagerfolge von grauen Schiefern und Kalksteinen, die in den Cottischen Alpen den Verrucano vom Gneisgebirge scheidet, während in jenen südlicheren Profilen der Verrucano dem Gneis unmittelbar aufliegt. Diese Schiefer- und Kalksteinfolge ist zugleich so enge mit dem Gneis verbunden, sie zeigt überall so viele Uebergänge in Glimmer- und Talkschiefer, der Kalk selbst wird oft von den sich einmengenden Glimmerblättchen so sehr zurückgedrängt, dass es nahe liegt, in dem Gneis selbst nur eine weiter fortgeschrittene Metamorphose dieser Kalkstein- und Schieferfolge zu sehen und jenen Unterschied daher nur als einen scheinbaren gelten zu lassen. Für diese Ansicht spricht auch das Vorkommen von Kalklagern im Gneis selbst, und die Uebereinstimmung der Formationsfolge, die in allen drei Profilen über dem Verrucano liegt, in so weit als sich, bei der Seltenheit organischer Ueberreste, darüber urtheilen lässt. Ueberall folgt auf den Verrucano ein dunkelgrauer Kalkstein, der, nach den am Argenterapasse darin gefundenen Terebrateln, Jurakalk ist, und auf diesen, theils Nummulitenkalk, theils unmittelbar Macigno- und Fucoidenschiefer, oder ihnen täuschend ähnliche Gesteine. Wenn demnach in den süd-

licheren Gebirgen die Schiefer- und Kalkmasse der Cottischen Alpen nicht ganz ausgeblieben ist, so kann man sie nur durch den Gneis selbst vertreten glauben, oder durch die Schiefer- und Marmorfolge, welche im toscanischen Küstengebirge, ohne scharfe Trennung, den Verrucano vom Gneis scheidet.

Ein anderes abweichendes Verhältniss zeigt sich in dem Vorkommen des Serpentins und der grauen Schiefer. In Ligurien, wie schon in Toscana, haben wir den Serpertin stets mit dem Macigno verbunden gesehen, als eines der jüngsten Glieder der Formationsfolge. Auch die grünen und rothen Galestroschiefer an der Küste von Genua glaubten wir, mit Pareto, als veränderte Eocenbildungen anerkennen zu sollen. Am Passe von Longet aber liegen ganz identische Galestroschiefer und Serpentinmassen unter dem Verrucano und stehen in engster Verbindung mit den Schiefern und Kalksteinen, die weiterhin in Glimmerschiefer und Gneis übergehen. Es muss demnach anerkannt werden, dass Galestroschiefer und die in ihrem Gefolge auftretenden Gesteine in Formationen von sehr verschiedenem Alter vorkommen können, wie es auch ihr metamorphischer Charakter erwarten lässt.

Die im Liegenden des Verrucano auftretende Schiefer- und Kalksteinbildung wird sich, je weiter wir im Alpenzuge vorwärts schreiten, immer mehr als ein Hauptglied der alpinischen Formationsfolge geltend machen; die Gebirge der Maurienne und Tarentaise, des südlichen Wallis und Graubündens, die Mittelzone der Ostalpen, bestehen vorherrschend aus diesen Gesteinen. Es sind Kalkschiefer, Mergelschiefer, Thonschiefer, grau oder schwarz, in allen Uebergängen bis zu vollkommen krystallinischem Talkschiefer, Glimmerschiefer und Gneis; graue oder schwarze, fest verwachsene Sandsteine, mit oder ohne Kalkcement, meist mit Glimmerbedeckung und deutlich geschichtet bis schiefrig; dunkle Kalksteine, oft von Spathadern durchzogen, dicht oder verwachsen körnig. Alle diese Steinarten wechseln unter sich ab, ohne bis jetzt erkannte und in grösserer Entfernung sich bewährende Regel, so dass nicht selten mächtige Schiefermassen, die ganz den Charakter von wahrem

Glimmerschiefer oder Talkschiefer tragen, oder auch grüne Schiefer und Galestrogesteine, auf beiden Seiten von gewöhnlichem grauem Schiefer oder dichtem Kalkstein eingeschlossen sind. — Organische Ueberreste fehlen nicht, aber eine Zergliederung und sichere Altersbestimmung der wohl nicht nur einer einzigen Formation angehörenden, nach ihrer Mächtigkeit kaum zu schätzenden Schiefermasse hat bis jetzt mit Hülfe der Paläontologie eben so wenig gelingen wollen, als durch Unterscheidung der Steinarten. Theils hat es, wohl nur in Folge von Umbiegungen und Ueberbiegungen in colossalem Maassstabe, den Anschein, als ob die anderwärts erkannten Gesetze der organischen Altersfolge hier eine Ausnahme erlitten; theils liegen die Fundorte der Petrefacten so weit aus einander, dass man sich nicht erlaubt, nach ihnen allein über das Alter der trennenden, viele tausend Fuss mächtigen und grosse Gebiete bedeckenden Gebirge zu entscheiden; theils endlich glaubt man allerdings in verschiedenen Gegenden Petrefacten sehr ungleichen Alters zu erkennen, allein die Steinart ist überall so ganz dieselbe, dass es unmöglich ist, die Formationen auch nur annähernd zu begrenzen.

Ein kurzer, weder das Alter, noch die Steinart dieser Bildung zu scharf bezeichnender Name ist ein Bedürfniss der Alpengeologie. Es werden in den Karten und Beschreibungen der französisch-piemontesischen Alpen diese Gesteine *metamorphische Schiefer* oder *metamorphischer Jura* geheissen, obgleich in einem grossen Theile derselben die Umwandlung nicht stärker hervortritt, als in anderen alpinischen Formationen, und die organischen Ueberreste der Hauptmasse mit denjenigen des Steinkohlengebirges übereinstimmen; in Oesterreich bezeichnet man sie als *Grauwacken-* und *Thonschiefer*; in Tyrol nennt mau sie bald *Thonglimmerschiefer*, bald *glimmerschieferartiger Thonschiefer*; in den Arbeiten über die Schweiz habe ich sie *Bündnerschiefer*, *Wallisschiefer*, zuletzt *Flysch* genannt. Da aber der letzte Name, nach seiner ursprünglichen Bedeutung, auf die dem Nummulitenkalk aufgelagerten Schiefer und Sandsteine, den Alberese und Macigno der Alpen, beschränkt bleibt, so will ich für jene, allerdings

sehr ähnlichen, Gesteine die allgemeine Benennung „*Graue Schiefer*“ festhalten, um nicht die Wissenschaft mit einem neuen, leicht wieder zu Missverständniss führenden Kunstworte zu beladen. Als vorherrschende Steinarten der alpinischen Mittelzone unterscheiden wir daher fernerhin:

1) Die Krystallinischen Schiefer: Gneis, Glimmerschiefer, Talkschiefer, mit ihren Abänderungen und Einlagerungen;
2) Die Grauen Schiefer, schwankend zwischen Glimmer- oder Talkschiefer und gewöhnlichem Thonschiefer oder festem Dachschiefer; öfters mit Kalkgehalt und aufbrausend. Es sind oft wahre Kalksteine und Kalkschiefer, oder dünne Kalkstraten mit Thonstraten wechselnd; häufig auch feste Sandsteine, in dickeren Straten, oder als Schiefer, meist mit Glimmerablosungen. Die Farben gewöhnlich dunkel, bis schwarz.
3) Die Grünen Schiefer, durch Uebergänge mit den Grauen verbunden, öfters auch mit Serpentin. In mannigfaltigen Abänderungen, die in Toscana zum Theil als Galestro und Gabbro-rosso bekannt sind; sich entwickelnd als Chloritschiefer, Epidotschiefer, Diallagschiefer, Serpentinschiefer, Hornblendschiefer u. s. w.
4) Kalkstein, Dolomit und Gyps, oft in bedeutend mächtigen, weit fortsetzenden Massen dem Schiefer eingelagert oder aufgesetzt.
5) Serpentin, Gabbro, Hornblendgesteine, in enger Verbindung meist mit Grünem Schiefer, aber massig zerklüftet.

Ueberall jedoch, wo die organischen Ueberreste, statt diesen mineralogischen, sichere Altersbestimmungen, oder doch eine schärfere Unterscheidung einzelner geologischer Formationen gestatten, wird die unbestimmte petrographische Bezeichnung der Gesteinsgruppen einem genauer charakterisirenden Ausdrucke weichen müssen.

Ein nördlicheres Profil durch die Cottischen Alpen zeigt eine ähnliche Vertheilung der Steinarten, wie dasjenige über Col de Longet: wenig veränderte Graue Schiefer,

Kalksteine und Serpentinmassen im westlicheren Theile der Gruppe und im Hauptkamme, Gneisgebirge am Rande der piemontesischen Ebene.

Die Stadt nnd Bergfeste Briançon steht auf Felsen von Kalkstein und Dolomit, die von den Kalksteinen, die weiter südlich unmittelbar auf den Verrucano folgen, nicht verschieden und mit ihnen unmittelbar im Zusammenhange scheinen. Der Kalk ist grau oder schwarz nnd, gegen den M. Genèvre zu, in grosser Ausdehnung roth. Am Fusse des Passes und nach der Höhe zn durchschneidet man einen mächtigen Streifen von Kalkbreccie und gelber Rauchwacke, der mit dem hochroth gefärbten Kalk in näherer Verbindung stehen möchte, und in einem nördlichen Seitenthale bricht Gyps. Auch in den Meeralpen ist an vielen Stellen die obere Grenze des Verrucano durch das Vorkommen von Rauchwacke und Gyps ausgezeichnet. Das Fallen ist von Briançon bis auf die Höhe des M. Genèvre gegen W, das Streichen h. 12, im magnetischen Meridian.

Auf der breiten Kunststrasse erreicht man, von Vachette aus, in ungefähr einer Stunde schon das offene Hochthal, worin, zwischen Getreidefeldern, das ansehnliche Dorf M. Genèvre liegt, die Wasserscheide zwischen der Durance und dem Po. Einen beqnemeren Uebergang bieten die Alpen nirgends dar. Wo die Fläche gegen Ost, am oberen Rande der tief eingerissenen Schlucht endet, in deren vorderen Grunde Cesanne liegt, ist die Strasse, wie auf der Seite von Frankreich, in dunkeln, dolomitischen Kalkstein eingeschnitten, der in deutlicher Schichtung W fällt. Unmittelbar unter diesem Kalk liegen bunte Galestroschiefer, grau und roth, mit Epidot und Albit auf den Kluftflächen, übergehend in gewöhnliche graue und schwarze Schiefer, und am Fusse des Absturzes, gegen Cesanne zu, treten auch Felsen von grosskörnigem Graniton oder Gabbro hervor. In grosser Ausdehnnng und Mächtigkeit sind diese Steinarten, Serpentin, Graniton, Euphotid, Variolith, in der Gruppe finsterer Gebirgsstöcke und Felsschluchten aufgestiegen, welche das Hochthal des Mont Genèvre südlich begrenzen und es vom Thale von Cervières scheiden. Das Vorkommen von Grauem Schiefer.

Galestro und Serpentin, in der Basis des Kalkes, stimmt gut überein mit den Verhältnissen des Ubayethales, und auch das meridiane oder NW Streichen, in der Nähe des Monte Viso, lässt die Fortsetzung der dortigen Formationen in der Gegend des M. Genèvre aufsuchen. Nur vermisst man hier den Verrucano zwischen dem Kalk und Schiefer.

Von Cesanne führen zwei Strassen nach Turin. Eine nördlichere folgt, ohne ferner zu steigen, der Dora in's Thal von Susa; eine zweite übersteigt den bis fast oben bewohnten und angebauten Col de Sestrières, 2069 m., und begleitet den Clusone, durch das malerische Thal von Fenestrelle und Perosa, bis nach Pinerolo. In dem Dorathale ist der Fels meist durch Vegetation oder Schutt bedeckt; was hervortritt, ist Grauer Schiefer, N fallend, stets schwankend zwischen gewöhnlichem Thon- oder Dachschiefer und wahrem Glimmerschiefer. Bei Oulx tritt auf der rechten Thalseite Serpentin hervor. Je näher dem Thalausgange, desto höher ist die krystallinische Entwicklung des Schiefers, und bei der Festung Exilles ist derselbe von wahrem Glimmerschiefer kaum zu unterscheiden. Tiefer abwärts zeigen sich aber wieder kalkführende Schiefer, gleich denen im höheren Thale, wie ja schon Saussure auf dieser Seite des M. Cenis diesen mehrfachen Wechsel von kalk- und quarzführenden Schiefern, oder von Grauem Schiefer und Glimmerschiefer, als eine wichtige geologische Thatsache anführt. Auch von Susa auswärts bleibt man noch in diesen Gesteinen, und erst gegen S. Antonino zu zeigt sich wahrer Gneis oder der *Granit veiné* von Saussure. Bis in die Nähe des Thalausganges, wo wieder Glimmerschiefer und Hornblendschiefer mit Granat auftreten, welche mit Dolomitlagern abwechseln, durchschneidet man nur Gneisgebirge.

Dieselbe Gesteinsfolge zeigt sich auch im Thale des Clusone. Im Ansteigen von Cesanne nach dem Col de Sestrières führt die Strasse erst durch lange anhaltende Felsen von Serpentin und rothem Jaspis, die an Rochetta bei Spezia oder an die Serpentine von Toscana erinnern; auch wird, wie bei Maurin im Ubayethale, ein mit Kalkspath verwachsener Serpentin als Marmor ausgebeutet.

Weiterhin aber, über den Col und das Clusonethal abwärts bis in die Nähe von Fenestrelle, scheint grauer glimmeriger Schiefer die einzig herrschende Steinart, und nur in Trümmern, die aus Seitenthälern und von dem Kamm der Assietta, der das Thal von der Dora scheidet, herstammen, kommt auch Serpentin oder grüner Schiefer vor. Die Schiefer fallen in der Regel nach W, wie schon der Kalk bei Briançon und auf M. Genèvre.

Nahe vor Fenestrelle bilden Kalkstein und Dolomit Einlagerungen im herrschenden Schiefer; aber so wie man ausserhalb der Stadt in die Linie der Festungswerke tritt, die auf der linken Thalseite bis in grosse Höhe hinaufziehen, zeigt sich eine neue, zum Theil schieferige Steinart, deren gegen O ansteigende Schichtenköpfe, in einem das Thal quer durchschneidenden Felsriffe, von der Natur selbst zu einer Schutzmauer bestimmt worden zu sein scheinen. Hornblende ist ihr vorherrschender Bestandtheil; auch Epidot fehlt nicht, und ausserdem enthält das Gestein, nach Sismonda, Adern und Krystalle von Magneteisen, Eisenglanz, Kupferkies und Bleiglanz. Auf der rechten Thalseite steht diess Hornblendgestein in enger Verbindung mit Glimmerschiefer und Gneis, und auf der Höhe des M. Albergian, um welchen von seinem Ursprunge her der Clusone sich kreisförmig herumwindet, liegt Serpentin, der hier, wie in Toscana und Ligurien, mit den Hornblendgesteinen nahe verwandt zu sein scheint. In dem weit geöffneten Thale von Fenestrelle auswärts zeigt sich in den selten hervortretenden Felsen, oder in Herabrollungen, bald Gneis und Glimmerschiefer, bald Hornblend- und Strahlsteinschiefer. Das allgemeine Fallen ist immer nach W.

Eine Stunde etwa vor Perosa scheint das Thal durch quer vortretende Felsen abgeschlossen, die Strasse und der Strom werden in einer engen Kluft nahe zusammengedrängt. Der neue Charakter der äusseren Gestaltung zeigt an, dass Gneis- und Glimmerschiefer nun, als allein herrschende Steinarten, die früheren unklar entwickelten Schiefer ganz verdrängt haben. Es sind hoch krystallinische Gesteine, die in schöne Tafeln jeder Grösse spalten und, besonders am Ausgange des Thales, bei S. Germano, in Stein-

brüchen und Werkhütten eine grosse Zahl von Arbeitern beschäftigen. Auch das Streichen ist verändert und beinahe rechtwinklicht auf das frühere. Ein granitischer Gneis bei Perosa fällt nach N 20 W, ein stark glänzender grauer Glimmerschiefer bei S. Germano nach S, und eben so auch die schönen Gneistafeln bei Malanaggio.

Es lassen sich diese Steinarten in den südlicheren Waldenserthälern, nach Pererro, Angrogna und Torre di Luserna, verfolgen, und auch hier zeigen sich ziemlich constant zwei Richtungen des Streichens, eine meridiane mit W Fallen und eine darauf senkrechte mit S Fallen. Auf dieses abweichende Verhältniss der Schieferung vorzüglich gründet Sismonda seine Unterscheidung dieser Steinarten in zwei Formationen. Die nach S fallenden, deutlich krystallinischen Gneis- und Glimmerschiefer betrachtet er als eine ältere oder primitive Formation, die nach W fallenden Schiefer, mit Einlagerungen von Kalkstein und Dolomit und nicht selten auch übergehend in wahren Gneis und Glimmerschiefer, als eine secundäre, metamorphische. Die letztere herrscht ausschliesslich im Hauptkamme der Gruppe und im Hintergrunde der piemontesischen Thäler; sie bedeckt aber auch häufig, fleckweise oder zusammenhängend, das primitive Gneisgebirge und begleitet seinen östlichen Fuss am Rande der Ebene. Die Richtigkeit dieser Ansicht ist schwer zu prüfen, da bei der petrographischen Identität vieler primitiver und metamorphischer Gneise und Glimmerschiefer, mit gleichem Rechte angenommen werden kann, diese Gesteine seien zusammengehörige, und die Schieferung dieser einzigen Formation folge zwei verschiedenen Richtungen, als dass man, einzig dem letzteren Charakter, oder den, wohl nicht nur auf Gneise der einen Richtung beschränkten Kalkeinlagerungen vertrauend, die nach Steinart und Lagerung auf das Engste verbundenen Massen aus einander zu reissen versucht. D'Aubuisson glaubte alle diese Steinarten, vom gewöhnlichsten Thon- und Kalkschiefer bis zum vollkommen entwickelten Gneise, als Glieder einer einzigen Formation betrachten zu sollen.

4. Die Grajischen Alpen.

Der Unterscheidung natürlicher Gruppen setzen sich in der Gegend der grossen Biegung des Alpensystemes besondere Schwierigkeiten entgegen. Wie schon in den Cottischen Alpen, sind es offenbar nicht die am Ostrande herrschenden Gneisgebirge, welche die Gestaltung bedingt haben, da weder die Lage der Wasserscheide, noch die relative Gebirgshöhe, noch das Streichen der Ketten und Thäler in deutlicher Beziehung zu der Verbreitung des am Ostrande auftretenden Gneises stehen. Im Gebiete der westlich liegenden Grauen Schiefer erheben sich ferner andere, bedeutend hohe Gneis- oder Glimmerschiefergebirge, die man versucht sein könnte, als Mittelpunkte natürlicher Gruppen zu betrachten. Die Schichtenstellung der anstossenden sedimentären Schiefer und Kalksteine rechtfertigt jedoch auch diese Annahme nur sehr unvollkommen, und unter sich stehen jene Gneise in keiner deutlichen Verbindung. Durch Metamorphismus endlich sind die grauen, sedimentären Schiefer den krystallinischen und dem Gneise so sehr genähert worden, dass man häufig ungewiss bleibt, ob man die Steinart den letzteren oder den ersteren zuordnen solle, und nur von neuen Detailuntersuchungen sichere Anhaltspunkte und bessere Aufklärung über die Grenzverhältnisse der Steinarten und über den Bau dieser verworrenen Gebirge überhaupt erwarten kann.

Das Streichen der Gebirgsketten und Thäler, der Hebungslinien und Spalten, folgt zwei Hauptrichtungen, die wir schon im Streichen des Gneises der Cottischen Alpen angedeutet finden. Die Wasserscheide, von der Roche-Melon nach der Levanna, liegt im Meridian, erleidet dann eine Verwerfung westwärts nach dem M. Iseran und setzt von diesem wieder in meridianer Richtung nordwärts fort. Dieselbe Richtung zeigt sich in den Ketten, welche die Thäler Grisanche, Rhêmes, Savaranche trennen. Eben so deutlich tritt aber die Richtung nach der Parallele hervor in dem langen und hohen Kamme des M. Tabor und M. Ambin, der Dauphiné von der Maurienne scheidet, und in den fünf östlichen Ausläufern der

meridianen Wasserscheide, den Scheideketten der drei Sturathäler, des Orco- und Cognethales. Eine dritte, diagonale Richtung, aus SO nach NW, welcher mehrere Ausläufer der Taborkette und der Kette des Col d'Encombres, vorzugsweise aber die hohen Seitengebirge der Val de Tignes oder des oberen Isèrethales folgen, steht senkrecht auf dem langen Spaltenthale, das von Lanslebourg nach der Levanna anläuft. Alle diese Richtungen erscheinen unabhängig von der Vertheilung der Steinarten, welche vielfach durch die ihnen folgenden Spaltenthäler zerrissen worden sind, Gneis und Serpentin eben so, wie Kalkstein, Graue und Grüne Schiefer. Auch hier kann daher die Zerspaltung und Kettenbildung nicht auf das Hervortreten, oder auf den Metamorphismus an der Oberfläche sichtbarer Gesteine zurückgeführt werden. Schwerlich auch darf man jene drei Hebungsrichtungen in eine nähere Beziehung zu der grossen Umbiegung des Alpensystemes bringen, da die Richtung nach der Parallele zu sehr von der Hauptrichtung der schweizerischen und Ostalpen abweicht, und die nächsten Centralmassen, die Westlichen Alpen und der Montblanc ebenfalls anderen Richtungen folgen.

Dagegen glaubt man im östlichen Theile dieses Gebietes die Anlage zu einem ähnlichen Ringgebirge, wie das der Cottischen Alpen, zu erkennen, und der Umfang desselben kann als naturgemässe Grenze der Gruppe der Grajischen Alpen gelten. Diese Grenze steigt von Susa über den M. Cenis nach Lanslebourg, folgt dem Arc bis zu seinem Ursprunge, erreicht, durch die Val Savaranche, die Dora-Baltea und folgt dieser abwärts bis Turin.

Bis auf die enge Spalte von Ceresole, im Orcothale, und die äussere Oeffnung, zwischen Lanzo und Castellamonte, ist das Ringgebirge vollständig geschlossen. Sein westlicher Theil, von Roche-Melon bis nach der Rösa de Banchi, ist ein nur durch jene Spalte unterbrochener Kranz von Gletschern und Schneefeldern. Die wenigen und hohen Pässe, die über diese Felsmauern führen, der Col d'Arnas, 3119 m., der Passo Collarin, der Colle di Gérard, der Colle d'Arieta, 2943 m., gehören zu den

schwierigsten der Hochalpen; die dazwischen sich erhebenden Gipfel und Firnrücken, die Roche-Melon, 3542 m., und die nahe, von Saussure bestiegene Roche-Michel, 3495 m., die Levanna, der Pic de Cogne, das ausgedehnte Gletscherfeld von Monei und Paradis, die Rösa de Banchi, 3183 m., stehen an Grossartigkeit des Eindruckes nur wenig hinter den nahen Gruppen des Montblanc und Monte-Rosa zurück.

Gneis, Glimmerschiefer und besonders Talkschiefer, sind im grössten Theile dieser Gruppe die vorherrschenden Steinarten; der Graue Schiefer beschränkt sich, nördlich vom M. Cenis, meist auf den Westabfall des Hauptkammes und gewinnt nur auf der Nordseite des Cognegebirges eine grössere Ausdehnung. Auch in den Orco- und Sturathälern treten indess nicht selten Kalkstein, Marmor, Dolomit und weniger krystallinisch entwickelte Schiefer auf, die stets von neuem zu der Frage auffordern, ob ein Theil, oder ob die Gesammtheit dieser krystallinischen Gesteine als metamorphische zu betrachten seien. Serpentin und grüne Schiefer brechen überall, im grauen Schiefer, wie im Gneis und Glimmerschiefer hervor, und vereinzelte Massen von Granit, im Thale von Cogne und zwischen Locana und Ceresole, im Orcothale, lassen ungewiss, ob man sie als selbständige Eruptivmassen, oder als Abänderungen des Gneises betrachten solle. Die Mussaalp, im Hintergrunde des Alathales, beschreibt Sismonda als ein ausgezeichnetes Kesselthal mit flachem Boden, umgeben von hohen, wie durch Kunst polirten, Serpentinwänden, die in äusserer Umwallung von Gneis eingeschlossen werden. Mannigfaltige Erze, *Bleiglanz*, *Kupferkies*, *Mangan*, *Kobalt*, vorzüglich aber *Magneteisen* und *Eisenglimmer*, veranlassen einen zum Theil lebhaften Bergbau, und alle Sammler kennen die prachtvollen *Granat-*, *Diopsid-* und *Idocrasdrusen* von Ala und Mussa, die mannigfaltigen Spathe von Traversella, die *Eisenkiese* von Brozzo, die *Epidote* und *Glimmer* von S. Marcel.

Das Streichen der Stratification schwankt zwischen N 20 O und N 70 O, das Fallen ist vorherrschend nach NW.

Nach Sismonda fallen die Gneisstraten in der Nähe von Lanzo mit 48° nach N 25 W, im oberen Thale von Viù nach N 35 W, und eben so, bis N 40 W, im Alathale. Bei Bonzo, im Fornothale, fällt der Gneis nach S 65 O, was mit dem früheren Streichen übereinstimmt. Auch im Orcothale, bei Sparone und Locana, ist das Fallen N 25 W. Bei Ceresole aber schwankt das Fallen zwischen S 80 W und N 75 W, und auf dem Passe der Croix de Nivolet, der nach Savaranche führt, fällt der graue Schiefer nach N 55 W. Bei Cogne fand ich den grauen Schiefer sowohl, als den Gneis, nach N 10 O fallend. Im Gebirge, das Cogne von Aosta scheidet, kommt häufig auch ein Fallen nach N 50 W vor, und im Thale von Champorcher streichen verticale Gneisstraten nach N 15 W. — Das vorherrschende Fallen ist demnach allerdings nach W und N, wie man es im westlichen und nördlichen Theile eines durch centrale Hebung entstandenen Ringwalles erwarten dürfte. Das Ausbleiben des Südfallens im südlichen Theile ist vielleicht Folge störender Einwirkungen; es kann jedenfalls, mitten im verwickeltesten Gebiete der Alpen, eine Bildungsform nicht so rein erscheinen, wie wenn sie ungehemmt und isolirt sich hätte entwickeln können. Man kann aber auch diese Fallrichtungen, eher noch, als die äussere Gestaltung, von der Umbiegung des ganzen Systemes ableiten.

Wie in vielen Gegenden am südlichen Rande der Alpen, haben sich in der Umgebung von Ivrea und am Eingange in das Orcothal malerische Schönheiten jeder Art zusammengedrängt: mannigfaltiger Wechsel in der Gestaltung des Bodens, Thalschluchten von wilden Bergwassern durchströmt, und edle Bauwerke von Kirchen und mittelalterlichen Burgen, oder neueren Villen und Schlössern, umgeben von reicher Vegetation. Nicht weniger merkwürdig ist die Gegend in geologischer Hinsicht. Gegen Osten wird die Fläche von Ivrea begrenzt von dem mehrere Miglien langen, mächtigen Walle der Serra, aus kleinen und grossen Felstrümmern der höheren Thäler bestehend, auch wohl eckigte Blöcke von 100 Cubikmeter einschliessend, der obere Rand, bis 400 Meter über den Thalboden erhöht, geradelinigt, wie nach dem Lineal

abgeschnitten; nach Saussure und d'Aubuisson der Ueberrest eines Schuttkegels, der von der Dora durchbrissen wurde, nach neuerer Ansicht die Gandecke des diluvialen Gletschers der Aostathäler. Nach Sismonda besteht die Serra nur an der Oberfläche aus erratischen Gesteinen; in den Bachaufrissen aber zeigt sich der Mergel mit subapenninen Conchylien. — Auf beiden Seiten der Dora erheben sich Hügel von dolomitischem Kalk aus dem Thalboden, in denen bei Montalto und Fiorano Kalksteinbrüche angelegt sind.

Ivrea steht auf einem verwachsen körnigen *Syenit*, *Granitello* von de Saussure, der wohl in engerer Verbindung mit dem in diesen Gebirgen hervortretenden *Serpentin* stehen mag. Dieselbe Steinart bildet die Mehrzahl der mit Weinlauben und Villen bedeckten Hügel, die sich quer durch das Thal gegen die Chiusella hin erstrecken, und weiter südlich erkennt man die Fortsetzung dieser Syenite in der ausgezeichneten Serpentinzone, die, in der Nähe von Turin, die äusserste Stufe der Alpen bildet. Es ist im Thalgrunde also die Diluvialmasse, die auf beiden Seiten so hoch ansteigende Massen bildet, entweder bis auf den ursprünglichen Felsboden weggerissen worden, oder niemals vorhanden gewesen.

Syenit, *Diorit* und *Serpentin* umgeben in Felskämmen und Kuppen den Austritt der Chiusella aus dem höheren Gebirge; ein brückliger *Serpentin* enthält bei Baldissero Adern von *Magnesit* und Knollen von *Opal*. Die Hauptmasse des Gebirges besteht aber auch hier aus *Gneis* und *Glimmerschiefer*, und diese Gesteine umschliessen bei Traversella den mächtigen, mit Serpentin und Talkgesteinen verwachsenen Stock von *Magneteisen*, bei Brozzo Lager von *Eisenglimmer* und *Schwefelkies*. Bei Castellamonte besteht das vorliegende Hügelland aus Thon, worin Sismonda subapennine Conchylien gefunden hat, — eine Thatsache, die sich mit der Annahme zerstörender diluvialer Ströme nicht leicht vereinigen lässt.

Das Orcothal ist vorherrschend von *Gneis* umgeben, der bei Cuorgné vertical im Meridian streicht. Bei Ponte

bereits erscheinen aber wieder Kalklager, und im Soanathale wird seit älterer Zeit ein weisser Marmor ausgebeutet, der zu vielen Kunstarbeiten in Turin und auf der Superga den Stoff geliefert hat. Auch im Hauptthale zeigt sich, wo die dichten Kastanienwälder oder erratische Blöcke nicht den Felsgrund verhüllen, *Grauer Schiefer* und *Kalk*, unter denen nur fleckweise Gneis heraustritt, bis nach Locana hin, wo alle diese Steinarten von *Serpentin* und *grünen Schiefern* verdrängt werden. Das Thal wird von hier an rauher, der Gneis wieder vorherrschend, und unter demselben tritt bei Ceresole ein ausgezeichneter Granit hervor, den Sismonda dem des Montblanc vergleicht. In enger, von hohen Granitwänden eingeschlossener Spalte braust der Orco in einer langen Folge von Katarakten von Ceresole herunter, und wie eine Wendeltreppe steigt der in Fels eingeschnittene Maulthierpfad, *le Scale*, nach dem hoch liegenden Dorfe. Ein ähnlicher Granit kommt südlich, im Thale von Forno, vor, und wohl mögen beide Massen unter dem Gneis der die beiden Thäler trennenden Kette im Zusammenhange stehen. Dem Hervortreten dieses Granits kann vielleicht auch die Sprengung der Kette bei Ceresole, die Trennung der Levanna von den Moncigletschern zugeschrieben werden. Von Ceresole steigt das Thal nach den Alphütten von Chapui, und bald nachher trennen sich die Wege, der eine nach dem wohl nahe an 3000 m. hohen Col de Goléze, der andere nach dem nördlicheren Colle della Gran-Croce, der nach dem Plan de Nivolet und in's Thal von Savaranche führt. Der Granit wird wieder von *Gneis* bedeckt, worin oberhalb Chapui Gänge von silber- und kupferführendem *Bleiglanz* oder *Fahlerz*, mit *Bournonit* und *Spatheisen*, streichen, und in der Nähe des obersten Kammes tritt Grauer Schiefer auf, in abwechselnden Lagern von Thonschiefer, Kalkschiefer und Sandstein, welche sich nach W oder NW einsenken und in die jenseitigen Gebirge und Thäler ausbreiten. Ueber den Col de Golèze gibt Murray eine Beschreibung, die für alle verführerisch sein dürfte, die im Kampfe mit Gefahr drohenden Pfaden und in den Eindrücken der wildesten Naturscenen Genuss finden.

Ein sicherer, aber beschwerlicher Weg führt vom Fort de Bard durch das Thal von Champorcher über den Col de Fenêtre nach Cogne. Man steigt bis oberhalb Pont Bozet über *Gneis*, der vertical nach N 15 W streicht. Höher folgt *Serpentin* und *Grüner Schiefer*, in allen Abänderungen von *Strahlsteinschiefer*, *Hornblendschiefer*, smaragdgrünem *Talkschiefer*, *Chloritschiefer*, schiefrigem *Cipollinkalk*, und mit Uebergängen dieser Gesteine in *Grauen Schiefer* und *Kalkstein*. — Dieselbe Folge von *Serpentin* und mannigfaltig entwickelten *Grünen Schiefern* durchschneidet man im Ansteigen nach dem, direct im Mittag von Aosta, sich bis auf 2847 m. erhebenden Col d'Arbole, der, östlich von der Einsiedelei S. Grat, aus der Alp Camboë nach Arpisson und Cogne führt, und die braunrothen Trümmerhalden der benachbarten Gipfel und Felskämme, der Becca di None und des M. Emilius oder der Becca di Dieci, lassen auf eine weite Verbreitung dieser Steinarten schliessen. Der Gipfel der Becca di None, 3598 m., besteht indess, nach einer neueren Besteigung durch Sismonda und Carrel, aus *Quarzit*. In fast horizontalem grauem Schiefer erscheint, zwischen beiden Pässen, auf dem obersten Kamme des Gebirges *Gyps*, mit Talkblättchen gemengt, und weiter gegen Cogne zu, abwärts, umschliesst der Serpentin den bei 100 Fuss mächtigen Erzstock von *Magneteisen*, dessen Ausbeutung, wie ein Steinbruch am Tage betrieben, an den Eisenbau von Rio auf Elba erinnert. — Wenn man endlich, nach mehrstündigem, steilem Ansteigen, durch die öden Felspartie'n des oberen Champorcherthales, die schmale Lücke des Col de Fênetre hinter sich hat, so tritt man in die weite, circusartige Alpfläche der Chavanis-Alpen. Gegen Mittag öffnet sich der Gletscherpass über den Col de Cogne oder de l'Aretta nach Ponte, im Orcothale, und auch auf dieser Seite muss man bis fast nach Ronco hinuntersteigen, bis man, aus dem Serpentin, grünem Schiefer und Kalk, in das Gebiet des Gneises gelangt. Sogar unterhalb Ronco und bei Ponte selbst treten stets wieder Serpentin- und Kalkmassen hervor.

Im Niedersteigen von der Chavanis-Alp nach Cogne zeigt sich *Chloritschiefer*, der nach N 35 W fallt, dann gelangt man auf eine schmale Querstufe, auf welcher die Kapelle und Alphütte le Crêt steht. Die in der Nähe anstehende Steinart ist ein mit Glimmerblättchen gemengter grauer, körniger *Kalkstein*, der nach N 10 O einsinkt; die Stufe aber ist entstanden durch einen bei 80 Fuss hohen Wall grosser Blöcke, meist aus körnigem Kalksteine bestehend, der quer durch das Thal setzt und wohl als die Gandeck eines früher den weiten Thalboden von Chavanis bedeckenden Gletschers gedeutet werden könnte. Das Kalklager setzt, stellenweise als weisser Marmor, stets schwach N fallend und zum Theil fast horizontal, über Cimillan und Cogne durch, am Gebirgsabhange der rechten Seite, Thal abwärts weit fort und unterteuft nothwendig alle Steinarten, die das Thal von Cogne von dem der Dora-baltea scheiden. Von le Crêt abwärts treten meist *grüne Schiefer* auf, in der Nähe von Cogne in grosser Mächtigkeit *Serpentin*, und weiterhin wieder *grüne Schiefer*, stets N 10 O fallend. Nur wenig unterhalb Epinel tritt unter diesen Schiefern ein ebenfalls nach N 10 O einfallender granitischer *Gneis* hervor, der in grauen, kleinkörnigen *Granit* übergeht und einzelne Sphenkrystalle einschliesst. Mit der Steinart ändert sich auch der äussere Charakter des Gebirges. Die schon unterhalb Cogne wieder mehr genäherten hohen Thalwände schliessen noch enger zusammen, nur die Schöllenen am Gotthard, oder die wildesten Partie'n des oberen Oezthales wirken so erdrückend, wie diese schroffen und nackten braunrothen Gebirge, und erst am Ausgange, gegen Aimaville zu, deckt sich der Fels wieder mit Vegetation, und man findet sich bald umgeben von aller Schönheit eines italienischen Alpenthales. Oberhalb Aimaville wird *Kalk* gebrochen, gegen Aosta zu treten auf derselben Thalseite *Serpentinfelsen* und *grüne Schiefer* hervor. Eine mächtige Decke von grauen und grünen Schiefern und Serpentingesteinen trennt den Granit des Cognetbales von dem Hauptthale der Dora.

5. *Die Alpen von Oisans.*

Wenn man den Gebirgskamm der Cottischen Alpen überstiegen hat und sich dem Westen zuwendet, so sieht man jenseits dem Durancethal eine Gruppe von Schneegebirgen emporragen, höher und kühner gestaltet, als Alles, was die Alpen bisher von Genua her bis an den M. Cenis dargeboten hatten. Der ewige Schnee bildet nicht nur vereinzelte Flecken, sondern dehnt in zusammenhängenden Feldern sich über einen grossen Theil des Gebirges aus; die hohen Pics sind ebenbürtig den Gipfeln des Montblanc und der Berneralpen; mächtige Gletscher senken sich in die Thäler hinab. Dort, ruft man aus, sind die wahren Alpen, und das um sie ausgebreitete Gebirgsland zerrissener Kalkstein-, Schiefer- und Serpentinmassen, das sich nach der Ebene von Piemont ausbreitet, ist nur ihre Vorstufe. Es entspricht auch, bei näherer Kenntnissnahme, die Gruppe der Oisansgebirge unserer Vorstellung einer alpinen Centralmasse vollständiger, als keine bis jetzt durchwanderte. An keiner wird es so deutlich, dass die Feldspathgesteine, die ihren Kern bilden, erst nach der Ablagerung ihrer neptunischen Decke aufgestiegen sind, sie durchbrochen, nach allen Seiten abgeworfen und an der Grenze umgewandelt haben. Diese wichtigen Thatsachen sind von Elie de Beaumont (Ann. des M. V. 1833) in das hellste Licht gesetzt worden.

Die tiefen Spalten, in welche der Drac, die Durance, die Guisane und Romanche sich geworfen haben, sondern die Gruppe ab von den angrenzenden Gebirgen, und nur an der nordwestlichen Grenze, die wir von Montdelans nach Le Désert, im Thale der Bonne, ziehen, ist die Trennung weniger klar. Innerhalb jener beinahe kreisförmig an einander schliessenden Thalschluchten erhebt sich ein beträchtlicher Theil des Gebirges hoch über die Schneelinie; besonders in dem nordöstlichen Hochgebirge, wo in einem mehrfach gegliederten Gebirgskamme, der nur auf einzelnen, von Jägern zuweilen betretenen Gletscherpässen zu übersteigen ist, die höchsten Gipfel von Frankreich, die Pointe Haute du Grand Glacier, 3941 m.,

der M. Ollan, 4212 m. (?), die Aiguille du Midi, 3986 m., die Pointe d'Arsine, 4105 m., der Grand Pelvoux, 3934 m., sich erheben. Nur von West her kann man, durch das enge Spaltenthal des Vénéon und der Alp la Bérarde, bis in den inneren Kern dieser Eisgebirge eindringen. Die Steinart dieses Hauptstammes ist talkiger Granit oder Protogin, meist mit weissem und grünem, in den Umgebungen des Grand Pelvoux auch mit rothem Feldspath; vertical in der Richtung des Meridians zerklüftet

Auf beiden Seiten wird dieser meridiane Granitstreifen von Gneis begleitet, mit welchem auch *Hornblendschiefer* und *Talkschiefer* verbunden sind. Der östliche Gneis fällt vom Granit ab und verliert sich, mit östlicher Einsenkung, unter das ihn vom Durancethal trennende Sedimentgebirge. Der westliche streicht im Meridian erst vertical; so wie man aber weiter vom Granit sich entfernt, zeigt sich mehr und mehr Neigung zu östlichem, dem Granit zugekehrtem Einfallen, und in der Nähe der Westgrenze der Gruppe, wo der Gneis häufig von Hornblendschiefer und Talkschiefer verdrängt erscheint, ist sowohl im Thale der Romanche, als in den südlicheren Thälern dieses Ostfallen das herrschende. Es zeigt sich also, auf dieser Seite wenigstens der Granitaxe, eine deutliche Fächerstructur, wie wir sie in den nördlicheren Centralmassen noch bestimmter wiederfinden werden.

Die Sedimentbildungen, mit welchen das Granit- und Gneisgebirge an seiner Peripherie im Contact steht, gehören verschiedenen Formationen an. — An der südlichen und südöstlichen Grenze, im Thale von Beauvoisin, das gegen Val-Louise ausläuft, wird der Gneis bedeckt von einer mächtigen Folge deutlich abgesonderter, wenig dicker Schichten von grünem Quarzsandstein, der weisse Feldspaththeilchen einschliesst, schwarzem Mergelschiefer und dunkelgrauem Kalkstein. In der Umgebung von Val-Louise enthält dieses Schichtensystem eine grosse Menge von *Nummuliten*, und es setzt dasselbe ohne Unterbrechung gegen das Thal der Durance, gegen Embrun und Gap, fort. Die Oxfordmergel und Jurakalksteine, die hier unter

demselben hervortreten, scheinen längs der Gneisgrenze unterdrückt, oder abgeschnitten zu sein. An der Nordgrenze der Gruppe, im Thale der Romanche, wird jedoch der Gneis von jurassischen oder Liasgesteinen bedeckt. Auf den beinahe verticalen Gneistraten liegt, bei Fréaux, beinahe horizontal, ein weisser Quarzsandstein, worin Schwerspath vorkommt, und auf diesem eine mächtige Folge von dunkeln Kalksteinen und Schiefern, welche *Belemniten*, *Pentakriniten*, runde *Krinoidenglieder* und andere jurassische Petrefacten enthalten.

In enger Verbindung mit Gneis und Talkschiefer tritt ferner in den Umgebungen dieser Gruppe, wenn wir die Alpen von Süd her verfolgen, zuerst eine Bildung auf, die von da an, mit geringer Unterbrechung, bis in die westliche Schweiz fortstreicht und in mehrfacher Beziehung zu den merkwürdigsten der Alpen gehört. Es sind graue und schwarze, zum Theil rauhe Thonschiefer, schwarze, oft mit silberweissen Glimmerblättchen gemengte und hierdurch schiefrige Sandsteine, Conglomerate und Breccien, welche Trümmer von Quarz, Gneis, Feldspath, Glimmerschiefer in einem bald schwarzen, bald rothen Cement von Glimmerschiefer oder Gneis einschliessen. Die Sandsteine erhalten ihre schwarze Farbe durch eingemengten Anthracit, und diese Substanz ist in Nestern und Streifen auch reiner ausgesondert, so dass an vielen Stellen auf denselben gebaut wird. Die ganze Bildung ist als alpinische Anthracitformation bekannt. Nicht selten zeigen die Thonschiefer Abdrücke von Pflanzen, bezonders von Farrenkräutern, deren Species identisch sind mit denjenigen, die in der Steinkohlebildung von S. Etienne, Belgien, England und anderen Gegenden gefunden werden.

Es zeigt sich diese Anthracitbildung auf dem linken Ufer der Durance, bei Queyrières und S. Martin, in grosser Mächtigkeit. Schwarze Sandsteine und Conglomerate erheben sich in einem steilen Abhange, mit verworrener, im Allgemeinen östlich fallender Schichtung, und durch mehrere Stollen wird Anthracit gefördert. Von der Höhe her fallen Blöcke einer dem Anthracitschiefer aufgesetzten Quarzitbildung und von rothem Conglomerat auf die Strasse,

nicht verschieden von dem schon in Toscana auftretenden Verrucano, und wohl ohne Unterbrechung von hier in die Verrucanomassen des Ubayethales fortsetzend. Noch höher ragen Kalksteinwände empor, die mit dem Kalkstein von Briançon zusammenhangen und also Jurakalk sein werden. Näher bei Briançon setzt die Anthracitbildung auch auf das rechte Ufer der Durance über, Quarzittrümmer bedecken überall den Fuss des Gebirges, und bei Puy Ricard wird Anthracit ausgebeutet.

Im oberen Thale der Guisane erscheint der Anthracit mit Quarzit und den für die Bildung charakteristischen Pflanzenabdrücken deutlich entwickelt in der Umgebung des Col du Chardonet, der von Le Lauzet nach Neuvache führt. Das höhere Gebirge wird hier vielfach von liegenden *Spilitgängen* durchzogen, die wahrscheinlich den anderwärts in ähnlicher Stellung vorkommenden Serpentin vertreten, und im Contact mit denselben ist der Anthracit zum Theil in *Graphit* übergegangen. Das allgemeine Fallen ist nach NO, und es ist daher kaum zweifelhaft, dass die Anthracitbildung dem grünen und schwarzen Schiefer und Kalk aufgelagert sei, die in grosser Mächtigkeit und mit gleichem Fallen den Col du Lautaret und alle Gebirge bilden, welche bei Villard d'Areine und Grave, mit gerundeten Rücken und tief eingreifenden Erosionsgraben, die Romanche von der Tarentaise scheiden. Diese Kalksteine enthalten jedoch ziemlich häufig *Belemniten*, etwas seltener auch *Ammoniten* und *Krinoiden*.

Es tritt uns hier bereits die Anomalie entgegen, die wir auch in den nördlich anstossenden Gebirgen wiederfinden werden, die Verbindung nämlich der Anthracitbildung, worin Pflanzen der wahren Kohlenbildung vorkommen, mit einer mächtigen Schiefer- und Kalkbildung, die organische Ueberreste der Jura- und Liasepoche einschliesst, und zwar so, dass die nach ihren Ueberresten ältere Kohlenbildung über der jüngeren Jurabildung liegt. — Will man Folgerungen, wodurch die Grundlagen der Wissenschaft bedroht erscheinen, durch die Annahme von Verwerfungen oder Umbiegungen entgehen, so bieten sich allerdings, in der weiteren Fortsetzung des Romanche-

thales, gewichtige Anhaltspunkte dar. Der graue Schiefer setzt längs der Nordgrenze des Gneisgebirges, in der Höhe der rechten Thalseite, gegen Westen fort, stets NO fallend, aber meist unter geringen Winkeln und in bedeutender Ausdehnung fast horizontal. Längs der Romanche jedoch ist ein unklar stratificirter Talkgneis anstehend, oft von Granitgängen durchzogen, in unregelmässige Blöcke zerfallend. So auch durch die einsame Combe de Malleval und in den felsigten Engpässen, die westlich von Dauphin zu den Strassentunnels führen. In der Nähe dieser Galerien sind in dem, nun deutlich steil nach O fallenden Gneis- und Talkschiefer zwei, etwa 50 Klafter mächtige Streifen der Anthracitbildung eingeschlossen, schwarze Schiefer, Conglomerate mit Quarz-, Feldspath- und Gneisgeschieben, und Anthracitnester, die früher ausgebeutet wurden. Diese Einlagerungen sind so enge mit den krystallinischen Schiefern verbunden, wie anderwärts etwa Hornblendschiefer mit Gneis; sie scheinen mit dem Nebengesteine eine nicht trennbare Masse zu bilden, und theilen mit demselben die steile, östliche Einsenkung. In der Höhe von Bons und Monsdelans aber liegen auf den Schichtenköpfen dieser Gneise und Anthracitgesteine die horizontalen jurassischen Belemnitenschiefer, die sich bei Dauphin von der rechten auf die linke Seite der Romanche hinüberziehen und in dem Gebietseinschnitte, den wir zur Ostgrenze dieser Gruppe gewählt haben, südlich nach Venosc und Val Senêtre fortsetzen. Hier also zeigt sich der Belemniten führende Schiefer zu dem Anthracit in offenbar abweichender Lagerung, und der letztere mit dem Gneis so innig verflochten, dass Gras u. a. schliessen zu müssen glaubten, das ganze Gneisgebirge dieser Gegend sei eine durch Metamorphismus umgewandelte Kohlensandsteinbildung, und der Jurakalk erst nach Aufrichtung und Umwandlung der Sandsteinlager auf dieselben abgesetzt worden. Sofern demnach nicht zwei verschiedene Anthracitbildungen, die eine älter, die andere jünger als der Belemnitenschiefer, angenommen, oder alle diese Schiefer, die Anthracit enthaltenden mit den Belemnitenschiefern, zu einer einzigen Formation vereinigt werden sollen, so muss

jedenfalls das doppelte Lagerungsverhältniss durch Umbiegung, Verschiebung, oder irgend eine Störung der normalen Lagerung erklärt werden.

Auch an anderen Stellen in der Umgebung von Bourg-l'Oisans zeigt sich regelmässig der Gneis in der Tiefe mit verticaler Schieferung, und der Belemnitenschiefer in der Höhe horizontal ausgebreitet. In der südlichen Fortsetzung des meridianen Anthracitstreifens von Montdelans glaubt man indess wieder beide Lagerungsverhältnisse, das verticale des Anthracitsandsteines und das horizontale des jurassischen Schiefers, in unmittelbarem Zusammenhange wahrzunehmen. In der Kette, die man von Val Senêtre nach Le Désert übersteigt, ist ein schmaler Streifen von schwarzem Schiefer vertical zwischen Gneis eingeklemmt, breitet aber in der Höhe sich fächerförmig über dem Gneis aus und setzt, in abweichender Lagerung, als Decke des Gneisgebirges, gegen Westen fort. Da ich diese Verhältnisse nur aus der Entfernung beobachten konnte, so darf ich freilich die Möglichkeit, dass die horizontal auf dem Gebirgskamme aufliegende Schiefermasse von dem vertical eingelagerten schwarzen Schiefer, oder dass dieser von der wahren Anthracitbildung verschieden sei, nicht bestreiten.

Auf der Grenze der granitischen und sedimentären Massen erhält man nicht besseren Aufschluss über die Altersfolge der letzteren, es zeigen sich aber daselbst neue und unerwartete Verhältnisse. An ihrem nördlichen Ende, bei Villard d'Areine, wie an ihrem südlichen, bei Champoléon, am oberen Drac, überlagert der Granit die steil unter denselben einfallenden Belemnitenschiefer und Kalksteine, als ob seine höheren Massen vom Inneren des Gebirges her auf das anstossende Sedimentgebirge gepresst worden wären. Die Grenzfläche beider Gesteine ist uneben, der Granit dringt in wulstförmigen Ausläufern in den Kalkstein ein, dieser ist im Contact entfärbt, durchscheinend, zum Theil krystallinisch, oder es hat auf der Grenze sich eine granitische Breccie gebildet; an einigen Stellen wird auch der Granit vom Kalk durch Quarzsandstein getrennt, welcher Schwerspath, Bleiglanz und Feldspathkrystalle

enthält. Es ist also offenbar der Granit späterer Entstehung als das ihn umschliessende Kalksteingebirge und hat auf dieses auf ähnliche Weise eingewirkt, wie etwa Trappgänge auf ihr Nebengestein. Doch erstreckt sich dieser Einfluss selten weiter als einige Fuss weit von der Grenze und scheint in keinem Verhältnisse zu stehen zu der grossen Masse des anstossenden und zum Theil aufgelagerten Granits, wenn man annehmen wollte, es sei dieser als eine geschmolzene und langsam erkaltende Masse durch den Kalk in die Höhe gedrungen.

6. Die Rousses.

Der schmale Schieferstreifen, der von Dauphin über Montdelans und Venosc sich nach Val Jouffrei erstreckt, trennt die vorige Gruppe von einer kleineren, westlich angrenzenden Gneis- und Granitgruppe, die ungefähr in der Richtung des Meridians über die Romanche hinaus bis an den Col de la petite Olle, oberhalb S. Jean de Maurienne, fortsetzt. Der nördlich von der Romanche gelegene, fünf bis sechs Stunden lange Theil, bildet die Rousses, ein in der Geschichte des französischen Berghaues berühmtes Gebirge, dessen höchster Kamm in den Grandes Rousses sich bis zu 3629 m. erhebt und, wie der ihm parallele, aber südlichere Kamm des Grand Pelvoux, ewigen Schnee und Gletscher trägt. Es ist eine ächt alpinische Centralmasse, im Osten durch den Féran, im Westen durch den Flumay, und auch im übrigen Theile ihres Umfanges durch Niederungen oder Thaleinschnitte begrenzt.

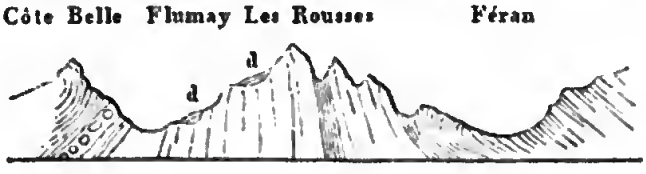
Der mittlere Hauptrücken besteht aus *Gneis*, dessen Straten steil östlich einfallen und in N 20 O streichen. Am westlichen Abhang des Rückens, in den Petites Rousses, wird der Gneis granitähnlich, die Talkblättchen schliessen nicht mehr an einander an, die Steinart ist ein *Granit veiné* von Saussure, oder ein *Protogin*, und noch tiefer verliert sich jede Spur von Stratification, und es herrscht wahrer *Granit*, als Basis der ganzen Gruppe. Es äussert sich diese Structur auch in der äusseren Gestaltung:

die Ostseite ist gleichförmiger abgedacht und in der Höhe mit ausgedehnten Schneefeldern bedeckt; die Westseite fällt in mehreren Stufen ab, die von hohen Felswänden begrenzt werden.

Die Anthracitbildung ist, wie an der Romanche, auf das Engste mit dem Gneis verbunden und erscheint in mehreren ihm eingelagerten Streifen im höchsten Gebirgskamme. An den unteren Abhängen aber der krystallinischen Centralmasse ist Belemnitenschiefer aufgelagert, nach beiden Seiten von derselben abfallend, und fast ohne Unterbrechung sich rings um dieselbe herumziehend. Am südlichen Ende jedoch setzt der Gneis ohne Bedeckung auf die linke Seite der Romanche über und gegen Val Jouffrei fort.

Die Contactverhältnisse der Feldspathgesteine mit dem Sedimentgebirge stimmen überein mit denjenigen der vorigen Gruppe, doch erscheinen auch einige neue Glieder der metamorphischen Zwischenreihe. Zunächst auf dem Gneis und Granit, der an seiner oberen Grenze meist voll Schwefelkies und durch Zersetzung aufgelockert und geröthet ist, zeigt sich, mit nackter Oberfläche, eine vier bis fünf Meter mächtige Schale von dolomitischem Kalkstein, wie angeschmolzen. Der Stein ist dicht und hart, mit ausgezeichnet muschligem Bruche, im Inneren hellgelb bis weiss, an der Aussenfläche von Rostfarbe, tief gekerbt und wie zerhackt durch Karrenbildung, zugleich mit hervorragenden Adern und Knoten von Quarz, an einer einzelnen Stelle auch mit porphyrartig eingeschlossenen Feldspathkrystallen. Die Schichten folgen wellenförmig allen Unebenheiten der Unterlage, sind nicht selten auch senkrecht auf die Schichtung zerklüftet, die Klüfte theils leer, theils ausgefüllt oder bekleidet mit Quarzdrusen und metallischen Substanzen. — An mehreren Stellen wird dieser Kalkstein von Rauchwacke begleitet. Besonders tritt diese in seiner Decke auf, in Nestern verschiedener Grösse, die wie vom Schiefer umwickelte Blöcke aussehen und, bald aus zelligem oder breccienartigem Dolomit, bald aus körnigem, rothem, weissem oder schwarzem Kalkstein, bald aus erdigem, porösem oder schwammigem Dolomit

bestehen. In der Schlucht des Flumay tritt mit diesen Steinarten auch Gyps hervor. Höher folgt dann der gewöhnliche graue und schwarze Schiefer, zum Theil mit verworrener, vielfach gewundener Schichtung, in grosser Mächtigkeit die äussere Umwallung der Centralmasse bildend. Das Profil, das Dausse (Soc. Géol. II, 1835) von dieser Gruppe gegeben hat, stellt die Verhältnisse deutlich dar:



a Gneis.
a' Granit.
b Anthracit.
d Dolomitischer Kalkstein.
d' Rauchwacke.
c Schiefer.

Das Uebergreifen der Feldspathgesteine über das Sedimentgebirge zeigt sich hier wie in der vorigen Gruppe. In der Flumayschlucht lehnt sich der Gneis über die Kalkstein- und Schieferbildungen, und auch diese folgen in verkehrter Ordnung auf einander und sind daher umgebogen. In der Nähe des Contacts ist der Gneis sehr eisenschüssig, zerborsten und kaum erkennbar, und erst in grösserer Höhe stellt sich deutliche Schieferung und die gewöhnliche Festigkeit ein. Eine ähnliche Ueberlagerung der Gneismasse auf dem Schiefer kommt in der Schlucht des Féran vor, als ob vom Inneren der Centralmasse aus nach beiden Seiten hin ein mächtiger Druck ausgeübt worden wäre. Die Sedimentgesteine fallen jedoch stets unter einem Winkel von mehr als 45° unter den Gneis ein, so dass mehr ein Ueberlehnen als eine beträchtlich ausgedehnte Auflagerung statt findet.

7. Die Westalpen.

Die Romanche durchschneidet, nachdem sie die Fläche von Bourg-l'Oisans durchströmt hat, eine dritte Masse von Feldspathgesteinen, und verlässt dieselbe erst bei Vizille, um bald nachher, mit dem Drac vereinigt, sich

gegen Grenoble zu wenden. Das durchschnittene Gneisgebirge ist die Hauptzone der französischen oder westlichen Alpen. Bereits in der Gegend von la Mure, südlich von der Romanche, tritt an einzelnen Stellen der Gneis unter dem Secundärgebirge hervor, er bleibt jedoch meist unter dem Kalk und Schiefer verborgen, und erst weiter östlich, zwischen der Raisonne und der Marsane, die sich gegen Mittag in die Bonne ergiessen, hat derselbe seine Decke gänzlich abzuwerfen vermocht und ein zusammenhängendes alpinisches Gebirge gebildet, das im Taillefer die Höhe von 2861 m. erreicht und auch in anderen Gipfeln in die Höhe des ewigen Schnee's aufsteigt. Weiter südlich, an der wundervollen Kunststrasse von la Mure nach Gap, und in den tiefen Felsschluchten des Drac-Thales, wird kein Gneis oder Glimmerschiefer mehr sichthar. Der Gebirgsstock des Taillefer bildet den letzten Ausläufer des langen Gebirgszuges, der von der Romanche, in geradliniger Erstreckung nach N 26 O, bis an den Col du Bonhomme fortstreicht, und durch diesen und die ihn bedeckenden Sedimentmassen von der in seiner Verlängerung liegenden Centralmasse des Montblanc getrennt wird.

Die ganze Länge dieses Gneisstreifens, von la Mure bis an den Bonhomme, beträgt beinahe 22 geographische Meilen (20 M. = 1°), die Breite bleibt sich ziemlich gleich und übersteigt kaum 3 Meilen. Der Gebirgskamm zeigt die zerrissenen felsigten Gestalten der Hochalpen, mehrere Gipfel steigen zu bedeutenden Höhen auf, wie der Pic de Belledonne, 2982 m., der Rocher de Pindé, 2920 m., der Grand Charnier, 2808 m., der Mont de Bellachat, 2480 m., und verschiedene Theile des Gebirges tragen Gletscher. Wie die Romanche, haben noch andere Ströme durch enge, aber tief gehende Spalten einen Ausfluss quer durch die Kette gefunden. Der Arc tritt bei La Chambre in das Gneisgebirge und verlässt es erst bei Aiguebelle, nahe an seinem Zusammenflusse mit der Isère. Diese weicht bei Moutiers in einem rechten Winkel von ihrem früheren Laufe ab, um weiter nördlich, in einer mit derjenigen des Arc beinahe parallelen Spalte nach

Conflans auszufliessen. Beide Ströme, deren nahe liegende Quellen, zu beiden Seiten des M. Iséran, an dem Westabfalle der Grajischen Alpen entspringen, durchströmen, bis zu ihrem Eintritt in den Gneis der Westalpen, nur Schiefer und Kalkgebirge. Noch einmal wird die Gneiskette, nahe am Bonhomme, vom Doron durchbrochen, dessen Quellbezirk ebenfalls dem Schiefergebirge angehört und, wie die Steinart es mit sich bringt, mit reicher Alpweide geschmückt ist, in grellem Gegensatze zu den finsteren Felsschluchten des Gneisgebirges, in welche der Strom sich bei Roselant zu verlieren scheint.

Die Steinarten dieses Gneisstreifens und ihre Structur sind noch wenig bekannt; sie scheinen nicht wesentlich von den krystallinischen Schiefern und Protogingesteinen der anderen Centralmassen der Alpen abzuweichen. Im Durchschnitt der Isère, zwischen Petit-Coeur und Conflans, glaubt man auch die gewöhnliche Fächerstructur dieser Massen wahrzunehmen. Das Fallen der Talkschiefer, Hornblendschiefer und Gneise, welche im Ansteigen von la Chambre nach dem Col de la Madeleine in hohen Abstürzen zur Linken bleiben, ist westlich, und die schwarzen Schiefer scheinen hier deutlich steil unter dieselben einzuschiessen; im grösseren Theile des Querthales der Isère aber stehen die Talkschiefer und Protoginstraten vertical, und in der Nähe von Conflans fallen sie östlich. — In der Gegend von Beanfort herrscht in den Schluchten des Doron theils verticale Schichtung, theils fehlt dem massigen, porphyrartigen Granit die Stratification, aber in der Nähe des Städtchens und weiter östlich, gegen den Cormetpass zu, ist das Fallen der Talkschiefer allgemein, unter starkem Winkel, nach SO.

Das Kalk- und Schiefergebirge ist im Osten dieser Centralmasse, zwischen der Gruppe des Taillefer und dem südlichen Ausläufer der Rousses, auf einen schmalen Streifen beschränkt, und die Schiefer gewinnen an der Bonne ein so krystallinisches Aussehen, dass es schwer hält, sie von dem Glimmerschiefer der Feldspathgesteine zu trennen. Nördlich von der Romanche treten die Gebirge der Belledonne und der Rousses sich so nahe, dass die

Breite des Schieferstreifens an mehreren Stellen des Thales der Olle kaum mehr 1 Kilometer erreicht. Jenseits der Nordgrenze aber der Feldspathgebirge der Rousses und des Oisansgebirges, vereinigt sich dieser Streifen mit den Schiefern und Kalksteinen der Maurienne, und der ganze Raum vom Gneisgebirge der Westalpen bis nach Piemont hinein, ein Gebirgsland, dessen Breite, senkrecht auf das Streichen des Alpenzuges gemessen, in der Maurienne 74 Kilom., oder 13 Meilen, in der Tarentaise 56 Kilom., oder 10 Meilen, beträgt, wird vorherrschend bedeckt von grauen und schwarzen Schiefern, Sandsteinen und Kalksteinen, der Fortsetzung des Schiefergebirges von Barcelonnette und Briançon.

Es kann diess mächtige Schiefergebiet einer grossen Mulde verglichen werden, deren Schenkel sich auf der einen Seite an die Westalpen, auf der anderen an die Grajischen Alpen anlehnen. Das Streichen der Schichtung ist im südlicheren Theile der Gruppe NS bis NNO—SSW parallel demjenigen der Rousses und der Oisansgebirge; im nördlichen Theile ist das letztere Streichen, parallel demjenigen der Westalpen, vorherrschend. Die äussere Gestaltung ist, wie anderwärts in den Alpen, von der Schichtenstellung unabhängig, die Thäler sind Spaltenthäler, und das Streichen der meisten Ketten ist schief bis senkrecht auf demjenigen ihrer Stratification. In der Thal- und Kettenbildung lässt sich daher die durch das Fallen der Schichtung angedeutete Mulde keineswegs erkennen.

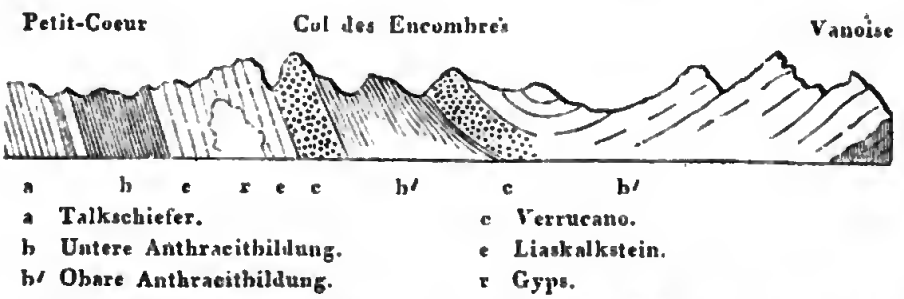
Die grossen Höhen, zu welcher die Gebirge des östlichen Schenkels aufsteigen, höher als alle Gipfel der Westalpen, könnten auch zur Annahme einer besonderen, selbständigen Centralmasse für diese Gegend verleiten, die als eine nördliche Fortsetzung der Oisansgebirge zu betrachten wäre. Wir finden zwischen der Romanche und dem Arc die Aiguille de Goleon, 3882 m., den Pic de Goleon, 3429 m., die Aiguille d'Arve, 3511 m., den Mont Tabor, 3182 m. Dann setzt, jenseits des Arc, diese Erhebung fort in die mit ausgedehnten Gletschern bedeckten, aber noch wenig bekannten, Hochgebirge der Vanoise und des Iséran, aus welchen die Roche

Chevrière, 3282 m., die Aiguille de la Vanoise, 3863 m., der Mont Iséran, 4045 m., hervorragen. Noch weiter nördlich steigt über dem Gletscherpasse des Col de Rbèmes die Aiguille de la Sassère auf 3763 m., der Ormelune auf 3302 m., und die noch nicht gemessenen Gipfel der Ruytorgletscher werden nicht unter diesen Höhen zurückbleiben. Bedeutend über dieselben ragt ein von Gletschern umgebener Gipfel, zwischen Val de Tignes und Pesey, empor, in S. Foy le Mont Pourri, auf der neuen Karte von Piemont Aiguille Rousse, genannt, und in der Fortsetzung des hohen, meist mit Gletschern bedeckten Kammes liegend, der westlich vom Col d'Iséran und der Val de Tignes gegen die starke Biegung der Isère vor Bourg S. Maurice fortstreicht. Auch soll am M. Iséran, an der Vanoise, bei Champagny und Pesey Gneis vorkommen; die Schiefer des Ruytor und an der Strasse von Aosta nach Courmayeur, zwischen Arvier und La Salle, sind so ausgezeichnet krystallinisch, dass sie in Handstücken und im Grossen als wahre Glimmerschiefer gelten müssen; mit diesen Schiefern wechseln dunkelgrüne Gesteine, die verwachsene Hornblendgesteine zu sein scheinen, Keine jener Gneispartie'n vermag jedoch eine grössere Ausdehnung und Bedeutung zu gewinnen, und es bleibt zweifelhaft, ob sie nicht vielmehr als Abänderungen des in jenen Gegenden sehr verbreiteten Quarzits zu betrachten seien. Zugleich erscheinen, mit ihnen und mit dem Glimmerschiefer des Ruytor und des Aostathales in engster Verbindung, körnige Kalksteine und graue Schiefer, nicht verschieden von den herrschenden Steinarten aller dieser Gebirge, und man wird stets wieder zu der Ansicht hingedrängt, die in allen diesen Schiefern, Quarziten, Gneisen, Kalksteinen nur mehr oder weniger umgewandelte Glieder derselben Formation, nicht aber das Princip oder die Ursache der Umwandlung selbst erkennt. Längs dem ganzen Wege von Bourg S. Maurice über S. Foy bis auf den Kamm von Ormelune und den Col du Mont habe ich nur graue und schwarze Schiefer, Kalksteine und glimmrige Sandsteine, mit Einlagerungen von Quarzit, Verrucano ähnlichen Breccien und dolomitischen Kalksteinen gesehen. Sismonda fand keine

anderen Gesteine das Thal aufwärts bis Val de Tignes und auf den Col de Rhèmes. Auf beiden Seiten dieses Thales kommen Gruben oder Anschürfungen von Anthracit vor; so noch, in nicht grosser Entfernung vom Col du Mont, auf Champ de Félouet, wo in einer Höhe von vielleicht 2500 m., aus den Revolutionskriegen her, sich die Spuren eines französischen Lagerplatzes zeigen. Es ist endlich das Fallen auf beiden Thalseiten, in der Kette des Ormelune, wie im Mont Pourri, im Allgemeinen nach W, so dass die Hebungsaxe jedenfalls noch weiter ostwärts durchsetzen muss, wo aber, bis an die Levanna und die Cognegebirge, keine bedeutenden Feldspathgesteine, Gneise oder Granite, auftreten.

Die nähere Kenntniss dieser grossen Mulde ist von hohem Interesse, und ungeacht der wiederholten fleissigen Untersuchung, die ihr, besonders von Elie de Beaumont, Sismonda, Gras und Fournet zu Theil geworden ist, sind die wichtigsten Räthsel, die sie darbietet, bis jetzt noch ungelöst geblieben.

Die Hauptmassen des Kalk- und Schiefergebirges der Tarentaise lassen sich in folgendem idealem Durchschnitte darstellen,



a Talkschiefer.
b Untere Anthracitbildung.
b' Obere Anthracitbildung.
c Verrucano.
e Liaskalkstein.
r Gyps.

worin besonders drei Zonen von Steinarten hervorzuheben sind.

1. Die untere Anthracitzone b. Schwarze Schiefer, Dachschiefer, graue Talkschiefer, schwarze und graue Sandsteine, zum Theil mit weissem Glimmer. In dem schwarzen Sandstein, Streifen und Nester von Anthracit; auf dem sie begleitenden Schiefer, die meist durch weissen Talk dargestellten Abdrücke von Farrenkräutern nnd mannigfaltigen anderen Pflanzen der Kohlenbildung. — Wir haben

diese Anthracitbildung in den vorigen Gruppen, an der Romanche und auf den Rousses, in engster Verbindung mit Talkschiefern und Gneis kennen gelernt, zwischen deren fast verticalen Straten sie gleichförmig eingelagert sind. Von den Rousses setzt der Anthracitstreifen, in der Gegend von La Chambre, durch die Maurienne und über den Col de la Madeleine nach der Tarentaise fort, wo er bei Petit-Coeur, in inniger Verflechtung mit Belemnitenschiefern erscheint.

Ueber einer 20 bis 30 m. mächtigen, schwarzen und schiefrigen Sandsteinbildung, welche die obersten hellgranen Talkschiefer der centralen Gneiskette bedeckt, liegen hier thonige, schwarze Kalkschiefer, welche, wie auch die Talkschiefer, als *Ardoise noire* und *Ardoise blanche* zur Bedachung benutzt werden. Diese Kalkschiefer enthalten Belemniten und Entrochiten und scheinen nicht verschieden von den Belemnitenschiefern, welche in Oisans und an den Rousses dem Gneis und Granit aufgelagert sind. In einem Abstande weniger Fusse folgen talkige Schiefer, die ihrer Steinart nach von den Belemnitenschiefern nicht wesentlich abweichen, die aber eine Menge Abdrücke von Pflanzen der Kohlenbildung enthalten, und unmittelbar über ihnen ist Anthracit, in Verbindnng mit demselben Kräuterschiefer, angeschürft worden. Diese Kohlenschiefer fallen gleichförmig mit den Belemnitenschiefern und dem tieferen Talkschiefer mit 70° nach S 70 O. Steigt man von da aufwärts gegen Naves, so findet man eine Grube auf Dachschiefer, welcher in seiner Fortsetzung etwas über dem Kohlenschiefer durchgehen muss, und dieser Dachschiefer enthält wieder eine Menge von Belemniten; so dass, in einem Abstande weniger Klafter, ein doppelter Wechsel von Belemnitenschiefer und Kohlenschiefer statt findet. Am Fusse des Berges sieht man, längs der nach Moutiers führenden Hauptstrasse, in längerer Folge schwarze und graue Schiefer und Sandsteine, abwechselnd mit talkigen Kalkbreccien oder von Talk durchflochtenen, grauen Kalksteinen, welche den Uebergang zu unserer zweiten Zone bilden.

In der nördlichen Fortsetzung der Kohlenschiefer von Petit-Coeur liegt die Anthracitgrube von Arèche, S von Beaufort, im Gebiete SO fallender oder verticaler Talkschiefer, die noch ganz der Zone der krystallinischen Schiefer und Gneise anzugehören scheinen, und sich sehr unterscheiden von den höher nach dem Col du Cormet folgenden, weniger steil SO fallenden schwarzen Schiefern, die bereits im Streichen der Kalksteine von Moutiers und Villette liegen. Die Belemnitenschiefer sind in diesem Durchschnitte bis jetzt nicht aufgefunden worden.

2. Die Kalksteinzone e. Graue bis schwarze, seltener rothe, körnige bis dichte Kalksteine, meist dickschiefrig, die Ablosungen oft mit grauem Talk bedeckt. Besonders charakteristisch sind Kalkconglomerate, mit Anlage zu schiefriger Structur, flach linsenförmige Mandeln von grauem, weissem, rothem, dichtem Kalkstein, verkittet durch dunkelgrauen oder rothen, körnigen Kalkstein, oft so fest verwachsen, dass nur an der Aussenfläche die Trennung der Mandeln vom Cement erkannt werden kann, im Inneren aber der Stein als ein gefleckter Kalk erscheint. Auch diese Conglomerate sind oft von Talk durchzogen. Nicht selten nimmt man im Anschlagen der Kalksteine einen bituminösen Geruch wahr. Untergeordnet sind graue oder schwarze Thon- oder Talkschiefer und feste Sandsteine mit Kalk- und Quarzkörnern. Oft wird der Kalk theilweise oder ganz verdrängt durch Gyps.

Es erstreckt sich diese Kalkstein- und Gypszone, in einem gegen Westen convexen Bogen, vom Col du Lautaret und der oberen Romanche, zwischen S. Michel und S. Jean de Maurienne durch nach Moutiers in der Tarentaise. Der Col des Encombres bildet ihre Ostgrenze, der Col de la Madeleine ihre Westgrenze. Vom ersteren Col abwärts bis Moutiers wird der Kalk oft in grosser Ausdehnung durch Gyps vertreten. Von Moutiers aufwärts bis Villette aber ist die Strasse meist in Kalk eingeschnitten, dessen rothe Conglomerate früher bei Villette als Marmor gebrochen wurden. Dann dringt die Bildung tiefer in das westliche Gebirge ein,

erscheint aber wieder zwischen Chapiu und dem Col du Bonhomme, und setzt am Col de la Seigne auf die rechte Seite der Lex blanche über.

Die in neuerer Zeit, besonders durch die Bemühung von Sismonda, aufgefundenen Petrefacten lassen keinem Zweifel Raum, dass der Kalkstein dieser Zone als jurassisch und zunächst als Lias betrachtet werden müsse. Ich will nicht die *Belemniten* der Cols du Lautaret und du Chardonet anführen, da die Verhältnisse bei Petit-Coeur über das Alter dieses Genus nothwendig Zweifel erregen müssen. Unter den Trümmern des Bec des trois Evéchés, oberhalb Villard d'Areine, habe ich indess auch einen Ammoniten, *A. Conybeari*, oder eine verwandte Liasspecies, gefunden.

Besser bestimmbare Ammoniten erhielt Sismonda von dem Col de la Madeleine. — Man steigt von La Chambre, auf der Westseite des Bugion, aufwärts durch W fallenden schwarzen Schiefer. Dasselbe Fallen herrscht in der ganzen westlichen Thalseite, die daher auch in steilen Felswänden abgestürzt ist. In mittlerer Höhe ist dem schwarzen Schiefer ein grünlich brauner, sehr feinblättriger und verwachsener Glimmerschiefer aufgelagert, der nach dem schwarzen Schiefer zu in Quarzit übergeht, nach der Höhe zu aber sich als Hornblendschiefer entwickelt. Aus noch grösserer Höhe stammen Blöcke von Protogin mit grossen Feldspathkrystallen, und man glaubt als ihren Stammort hohe Felspyramiden mit Fächerstructur zu erkennen, deren äussere Straten sich steil über die krystallinischen Schiefer hinlehnen, wie diese über die schwarzen Schiefer. Weiter aufwärts ist der steil ansteigende Thalgrund mit mächtigen Schuttmassen bedeckt, welche durch die atmosphärischen Wasser zu hohen Pfeilern, gleich denjenigen von Usegne im Eringerthal, oder von Botzen in Tyrol, ausgewaschen sind. Dann erreicht man bald den ziemlich ausgedehnten Weideboden, der die Höhe des Passes, 2004 m., bildet. Auf der Nordseite ist, nahe am Col, ein grosser Dachschieferbruch eröffnet, dessen Schiefer vertical oder sogar W fallend neben den krystallinischen

Schiefern der Gneiskette niedersetzen und den Schiefern von Petit-Coeur entsprechen mögen; wirklich glaubten wir Spuren von *Belemniten* zu erkennen. Die von Sismonda als

Ammonites falcifer, oder *mulgravius Sow.*
Ammonites opalinus, oder *elegans Sow.*
Ammonites Walcotti Sow.
— — *planorbis.*
— — *læviusculus.*
— — *costatus Rein.*

angeführten Ammoniten sollen dagegen aus den Trümmern der östlichen Thalseite herstammen. Am Fusse dieser Thalseite bricht, auf beiden Seiten des Passes, Gyps hervor, und über ihm erheben sich Kalkgebirge, welche steil O fallen; das Thal, in dem man hinuntersteigt, ist, in der Höhe wenigstens, ein antiklinales, und die Dachschiefer stehen mit dem Ammonitenkalk in keiner näheren Verbindung. Zwischen dem Dachschiefer und dem Gyps, unter der Weide des Thalbodens, mögen die Anthracit- und Kräuterschiefer von Petit-Coeur durchstreichen, und die Ammonitenlager wären demnach als die untersten unserer Kalkzone zu betrachten, welche im Thale der Isère etwa bei Aigueblanche durchsetzen würden.

Einen grösseren Reichthum von Petrefacten findet man in den obersten Lagern der Kalkzone, am Col des Encombres. Es erheben sich, auf der Westseite dieses Passes, der, nach etwas steilerem Ansteigen von S. Michel her, sich am Nordabfalle, ebenfalls in ausgedehnten Weidegehängen, sanft verflacht, hohe Felstafeln von Gyps, die steil nach S 65 O einfallen und sowohl gegen die Maurienne als nach der Tarentaise fortsetzen. Unter diesem Gyps treten, auf der Nordseite, etwa zwei Stunden unterhalb der Passhöhe, bevor man von der linken Seite des Baches nach Genouillet übergeht, gleich fallende Kalksteintafeln hervor, welche die obersten Gräte der westlichen Kette und wohl auch den Signalpunkt, Perron des Encombres, 2829 m., bilden. Die äusserste, nur einige Zoll dicke Lage dieses grauen, dichten oder verwachsen körnigen Kalksteines ist ein gedrängtes Gemenge mannigfaltiger Petrefacten, besonders Belemniten und Ammoniten. Nach den Bestimmungen von Bayle kommen vor:

Ammonites fimbriatus Sow. *Avicula costata Sow.*
—— *amaltheus Schl.* *Lima decorata Münst.*
—— *planicostatus Sow.* *Cardinia concinna Ag.*
—— *radians Schl.* *Terebrat. inæquivalvis Sow.*
Pholadomya liassina Sow. —— *variabilis*, —
Avicula inæquivalvis —

welche zwar nicht ganz zusammenstimmen, doch aber in der Mehrzahl und in den am sichersten bestimmbaren Species diesen Kalk als *Lias* bezeichnen. Die Mächtigkeit der Kalkzone zwischen den beiden Pässen, der Madeleine und des Encombres, muss aber, bei einem Fallwinkel von 60°, auf wenigstens 3000 m. angesetzt werden, und es ist gewiss sehr befremdend, von der unteren und oberen Grenze dieses ungewöhnlich dicken Kalkgebirges Petrefacten zu finden, die an beiden Stellen, nicht nur auf Lias, sondern bestimmter noch auf die obersten Lager dieser Formation hinweisen.

3. Die obere Anthracitzone b'. Schwarze und graue Schiefer, Sandsteine und Kalksteine. Die Schiefer, oft dem Glimmer- oder Talkschiefer sehr nahe stehend, oft aber gewöhnliche Thon- oder Kalkschiefer. Die Kalksteine zuweilen dolomitisch, mit gelber oder braunrother Oberfläche. Merkwürdige Einlagerungen in dieser oberen Schiefermasse bilden Quarzite und Verrucano.

Es bedeckt diese, an Mächtigkeit die beiden vorigen weit übertreffende Zone die obere Maurienne und den grössten Theil der Tarentaise. Sie allein bildet die grosse Mulde, die durch das entgegengesetzte Fallen der Schichtung bezeichnet wird, und steigt zu den grossen Höhen auf, die wir am Ostrande der Gruppe als Gletschergebirge kennen gelernt haben. Dass unter diesem östlichen Schenkel der Mulde auch die Kalkzone mit ihren Petrefacten und die untere Anthracitzone hervortreten, wird durch keine bis jetzt bekannt gewordene Thatsache angedeutet.

Wir finden an der unteren, westlichen Grenze dieser Zone fast durchgehends *Verrucano*, als talkiges, grünes, seltener rothes Conglomerat von Quarzkörnern und Quarzgeröllen, in Verbindung mit Quarzit, einem mit Talk gemengten oder reinen, hellgrünen bis weissen Quarzfels. Aus diesen

Gesteinen besteht der Gipfel, welcher den westlichen von dem östlichen Passe des Encombres trennt. Sie folgen hier, mit gleichem Ostfallen, unmittelbar auf den Gyps, in einer Mächtigkeit von vielleicht 100 m., und auf ihnen liegen, so weit man zu sehen vermag, schwarze Schiefer und Sandsteine, welche Anthracit und, in geringer Entfernung vom Verrucano, eine Menge der die Kohle begleitenden Pflanzenabdrücke enthalten. — Man bleibt die Val des Encombres abwärts, meist im Gyps- und Kalkgebirge, aber ehe man noch S. Martin de Belleville erreicht, zeigen sich wieder rothe Schiefer und Verrucanogesteine, und östlich über dem Dorfe wird Anthracit gegraben. — Dieselben Verhältnisse wiederholen sich bei Moutiers. Die Stadt und auch die Salzquellen liegen noch ganz im Gebiete des Gypses und Kalksteines; aber nur wenig östlich, bei Villarlurin und Montagny, sind Anthracitgruben, und in ihrer Nähe geht sowohl Kräuterschiefer als Verrucano zu Tage, letzterer mit Geröllen von Quarz, Glimmerschiefer, Thonschiefer u. s. w., durch Glimmer verkittet. An mehreren dieser Stellen scheint jedoch der Anthracit und der ihn begleitende Schiefer im Kalksteingebirge selbst eingeklemmt; so bei Villarlurin und La Contamine. — Im Durchschnitte von Aime scheint der Verrucano vertreten durch glänzende, grüne und rothe Talkschiefer, wahre Galestrogesteine, welche die obersten, steil O fallenden Felsen des Col de Cormet bilden. Im Niedersteigen nach Aime bedecken sich dieselben bald mit schwarzem Schiefer und Sandstein, worin bei Aime, Macot, Landry viele Gruben auf Anthracit bauen, der auch nicht selten von Pflanzenabdrücken begleitet wird. — In der Fortsetzung des Streichens der Talkschiefer auf Col de Cormet finden wir den Verrucano, als grünen Talkquarzit, talkigen Sandstein und weissen Quarzfels, längs dem ganzen rechtseitigen Gebirgsabfalle, von Chapiu bis an den Fuss des Col des Fours bei Motet. Das Fallen hier ist steil nach SO. Hinter dem Quarzit tritt bei Chapiu gelber, dolomitischer Kalk hervor, der nach dem Col de Bonhomme zu sich an eine mächtige Masse von dunkelgrauem Kalk anlehnt. Auf der linken Thalseite bilden die

Schichtenköpfe der schwarzen Schiefer des Kleinen Bernhards und Cramont hohe Abstürze, und dieselben Schiefer durchschneidet man in dem öden Thale, das nach Bourg S. Maurice führt.

Es sind jedoch der Verrucano und Quarzit nicht auf die Grundlage dieser Schiefermasse beschränkt; auch Kalkstein und Gyps bilden zum Theil beträchtliche Einlagerungen in den höheren Massen derselben. Der bei Pesey ausgebeutete *Bleiglanz* liegt, als stockförmige Nester, in einem Thonschiefer, der mit grauem, körnigem Kalkstein wechselt, dessen Verbreitung hier sehr beträchtlich scheint. In derselben Gegend zeigen sich, in Verbindung mit dem Kalkstein, mächtige Felsen von Quarzit, die auch südlich in das Thal von Champagny und nach Pralognan fortsetzen. Der Quarzit, in mächtigen Gebirgsmassen, wird in der Regel vom Kalkstein überlagert. Beide Steinarten zeigen sich auch als Einlagerungen oberhalb Planey, am Ormelune, und in anderen Gegenden.

Auf die vielfachen Anomalien, welche die geologische Beschaffenheit dieser Gebirge zeigt, besonders aufmerksam zu machen, ist überflüssig. Die Einklemmung der unteren Anthracitschiefer, theils zwischen Gneis- und Talkschiefer, theils zwischen Belemnitenschiefer, die Trennung derselben von dem oberen Anthracitschiefer durch Jurakalksteiu, die ungewöhnliche Mächtigkeit dieses Kalksteines und des auf ihm liegenden Anthracitgebirges, das Vorkommen von Verrucano zwischen beiden und die Einmengung des Talkes in alle Steinarten, sind Räthsel, welche die Wissenschaft einstweilen nicht zu lösen fähig ist.

Von *Kreidebildungen*, *Nummuliten* und *Flysch* ist in dem ganzen weiten Raume zwischen den Grajischen und Westalpen nirgends die Rede, und erst in Frankreich, auf der Westseite des Gneisgebirges, finden wir dieselben in regelmässiger Altersfolge wieder. Die Trennung einer Mittelzone und ihrer paläontologisch und petrographisch geheimnissvollen Geologie, von Nebenzonen, welche die auch anderwärts aufgefundene Altersfolge der Formationen erkennen lassen, rechtfertigt sich immer mehr, je weiter gegen Norden wir vorschreiten. Man möchte an eine Zerspaltung

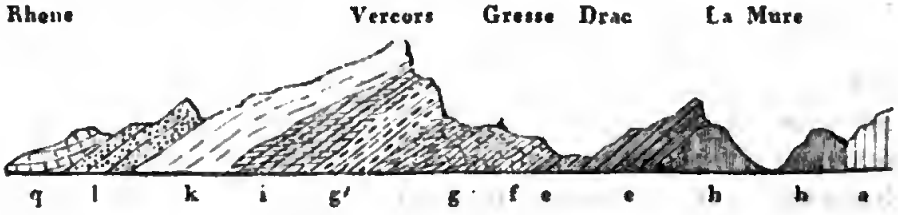
der Erdrinde denken, welche von den Meeralpen gegen Nord zu sich immer weiter ausgedehnt und die aufgesprengten jüngeren Bildungen seitwärts verschoben hätte, während tiefer gelegene Massen entblösst, durch einander verschoben, durch neu hinzugetretene Stoffe mannigfaltig verändert und zu hohen Gebirgen aufgethürmt worden wären. Die Kalkzone der Tarentaise, mit ihren jurassischen Ammoniten und Belemniten, erscheint uns wie ein in Schlamm versunkenes und grossentheils von demselben umwickeltes Kalkgebirge.

Zunächst am Gneisgebirge und in enger Verbindung mit demselben finden wir auf seiner Westseite, an mehreren Stellen, glimmrige Sandsteine und Conglomerate mit Anthracit und Kräuterschiefern, in jeder Beziehung übereinstimmend mit den auf der Ostseite vorkommenden. So auf dem Hochlande von La Mure, bei Peychagnard, La Motte, N. D. de Vaux.

Die grossartig betriebenen Gruben von Peychagnard befinden sich in der Höhe der westlichen Thalseite des Hochthales. Am Fusse ist Talk- und Glimmerschiefer anstehend, in vielfach gebogenen Straten, die im Allgemeinen jedoch vertical, oder steil W fallend, im Meridian streichen. Nach einigem Ansteigen zeigen sich glimmrige, schwarze Sandsteine, ebenfalls mit Biegungen, vorherrschend aber, wie die vorliegenden Talkschiefer, vertical oder nach W fallend. Diese Sandsteine schliessen die Anthracitmassen ein und zugleich Kräuterschiefer, ganz erfüllt mit talkigen Abdrücken von Farren und anderen Pflanzen des Steinkohlengebirges. Die Decke des Hügelzuges bildet, etwa 60 Fuss mächtig, grauer Kalkstein, zerspalten und abgestürzt, aber deutlich stratificirt, in horizontalen oder schwach S fallenden Lagern. Auch an anderen Stellen dieser Gegend ist die ungleichförmige Auflagerung des Kalksteines auf den Anthracit- und Talkschiefer deutlich zu erkennen. Dieser Kalkstein enthält Encriniten, Belemniten, Terebrateln und die *Gryphæa cymbium*, und kann nur *Lias* sein. Die Lagerungsverhältnisse auf dieser Seite der Gneiskette zeigen also weit bessere Uebereinstimmung mit der anderwärts beobachteten Altersfolge der Formationen, als diejenigen in Savoyen.

Die Kräuterschiefer erscheinen als ältere Bildung und wechseln nirgends mit Belemnitenschiefer, und über ihnen liegt, ungleichförmig, die unterste Jurabildung.

Gegen den Drac zu bedeckt sich der Liaskalk mit einer mächtigen Folge schwarzer Mergelschiefer, welche Liasammoniten einschliessen und wiederholt mit festeren Kalksteinen abwechseln. Die ganze mächtige Bildung verliert sich am Drac mit Westfallen unter eine ebenfalls sehr dicke Folge dunkler Mergelschiefer, welche den Boden des Dracthales bilden und meist von Kies bedeckt sind. Jenseits dem Drac erheben sich neue Kalkgebirge. Eine erste Stufe, ohne deutliche Petrefacten, möchte, zu Folge seiner Lage, dem *Unteren Oolith* entsprechen. Dann folgt wieder leicht zerstörbarer Mergelschiefer, ähnlich demjenigen, der die Hauptmasse der Gebirge von Gap bildet, gekrönt von festerem, grauem Kalkstein. Viele Ammoniten, Belemniten, Terebrateln, Posidonien und andere Ueberreste bezeichnen diese Gesteine als *Oxfordstufe* oder *Mittel-Oolith.* Der Obere Oolith scheint zu fehlen.



a Gneis.
b Anthracitbildung.
e Lias.
f Unter-Oolith.
g Oxfordschiefer.
g' Coralrag.
i Neocomien.
k Rudistenkalk.
l Gault.
q Molasse.

Auf den dichten Kalk der vorigen Stufe folgen graue Mergel, mit welchen merglichte Kalklager wechseln, die durch Verwitterung sich gelb färben, zuweilen auch Lager von Sandstein mit grünen Punkten. Zu Folge der nicht seltenen Petrefacten, vorzüglich *Spatangen*, erkennt man in dieser merglichten Stufe die *Untere Neocomienkreide*, und in dem ihr aufgelagerten weissen Kalkstein mit *Chama ammonia* den *Rudistenkalk.* Auf diesem zeigt sich an einzelnen Stellen noch *Grünsand* mit seinen zahlreichen und mannigfaltigen Petrefacten; sonst legt sich unmittelbar

an die obersten Kalklager die *Molasse* und vermittelt den Uebergang des Gebirges in die breite Niederung des Rhonethales. Ein Profil dieser Gegend würde die Formationsfolge demnach in der oben stehenden Ordnung darstellen.

Nach Thiollière (Bull. géol., Nov. 1847) wäre die Formationsfolge noch einfacher: dem *Lias* ist unmittelbar *Oxford* aufgelagert, diesem *Néocomien*; der Untere Oolith fehlt ganz; die als Coralrag bezeichnete Kalkmasse ist noch dem Oxford beizurechnen. Diese Anordnung ist, nach Thiollière, die allgemein herrschende zwischen den Alpen und den Cevennen, südlich von einer Linie, durch Chambery und Voreppe an die Mündung der Isère gezogen, bis an's Meer.

Mit abnehmender Breite setzt das *Oolith*- und *Kreidegebirge* längs der Westgrenze des Gneisgebirges gegen Norden fort. Die Kohlensandsteine von La Mure stehen bei Laffrey im Zusammenhange mit Kalk- und Mergelschiefern, die ihnen gleichförmig aufliegen und derselbeu Formation anzugehören scheinen. In diesem schiefrigen Kalksteine brechen bei Champs und in der Umgebung von Vizille *Anhydrit*- und *Gypsmassen* und *Spilite* hervor, die von den Gypsmassen der Savoyergebirge und den *Spiliten* von Villard d'Areine nicht wesentlich verschieden sind und die enge Verwandtschaft zwischen den Schiefern der Ost- und Westseite der Gneisgebirge noch mehr begründen helfen. Bei Vizille enthalten diese Schiefer Belemniten, bei Laval und S. Agnès schliessen sie Anthracitmassen ein; zwischen Ugine und Heri enthalten die NW fallenden, auf Verrucano aufgelagerten, schwarzen Schiefer Abdrücke von Farrenkräutern und anderen Pflanzen. Hier, in der Nähe des nördlichen Endes der Centralmasse, wo die Protogine und Talkschiefer nur noch geringe Breite und Höhe besitzen, und auch auf ihrem Rücken häufig von Anthracitschiefer bedeckt sind, wird es ganz klar, dass die westliche und östliche Schiefermasse nicht als verschiedene Formationen getrennt werden können und ursprünglich ein Ganzes bildeten.

Von dem Lias, der bei La Mure der Anthracitbildung abweichend aufliegt, kennt man weiter nördlich keine

sicheren, durch organische Ueberreste bezeichnete Vorkommen, wohl aber von dem Kalksteine des Gressethales. Der dichte, rauchgraue Kalkstein, in welchem bei Grenoble, nördlich an der Isère, bei der Porte de France, grosse Steinbrüche angelegt sind, und auf dessen steil ansteigenden Felsen die grossartigen Festungswerke stehen, enthält, nach Thiollière, Fournet und Gras, Petrefacten, die ihn als *oberen Oxford*, oder *Argovien* von Marcou bezeichnen, nämlich:

Aptychus imbricatus,
— *lævis latus*;
Ammonites biplex Sow.
— — *flexuosus Munst.*
— — *hecticus Rein.*
— — *Backeriæ d'Orb.*
— — *Hommairei* —
Ammonites tatricus Pusch.
— — *tortisulcatus d'Orb.*
— — *viator* —
Belemnites hastatus.
— — *Sauvanausus d'Orb.*
Terebratula diphya.

An anderen Stellen, nahe bei Grenoble (Meylan, Corenc), enthält dieser Kalkstein:

Ammonites heterophyllus Sow.
— — *fimbriatus Sow.*
— — *margaritatus d'Orb.*
Terebratula tetraedra Sow.
— — *numismalis Lam.*

Die Steinart ist dieselbe, wie die der Kalkfelsen, welche die Westseite des Gressethales bilden. Auf den Höhen und nach Westen zu bleibt indess die Oolithbildung grösstentheils verborgen unter dem *Néocomien*, der in der Umgebung von Villard de Lans und der Grande Chartreuse die ihn charakterisirenden Petrefacten enthält, und bei Villard de Lans liegt, nach Beyrich und Ewald, unmittelbar auf dem Neocomien, Gault.

Schon bei Voreppe, nur 22 Kilometer entfernt vom westlichen Fusse der Gneiskette, erscheint auch die *Molasse* und setzt, in einem schmalen Streifen, nordwärts fort gegen S. Laurent dn Pont nnd Les Echelles, wie überall die äussere Grenze des Alpensystemes bezeichnend. Den westlichen Abstnrz des Kalkgebirges der Grande Chartreuse, bekleiden, zur Linken des Thales von Pommier, mächtige Felsen von *Nagelfluh*, mit mannigfaltigen Gerölleu und Lignitlagern, mit denen auch *Planorben* vorkommen.

Gewöhnliche *Molasse*, in O fallenden Lagern, wird oberhalb Voreppe ausgebeutet; sie zeigt sich anstehend im Thale gegen S. Laurent und in verticalen Lagern oberhalb diesem Dorfe.

Nach Chambery hin setzt das Gebirge der Grande Chartreuse fort in den Mont Granier, 1935 m., eine breite Felstafel von Rudistenkalk, die auf einem abgestumpften Kegel von Neocomien ruht. Nach der Mitte des Berges ist die Platte von Rudistenkalk abgebrochen, und der Guier hat in dem bloss gelegten Neocomien ein Thal gefunden, worin Entremont liegt. In diesem Thale ist durch die Geologen von Chambery, Chamousset und Valé, die *Weisse Kreide*, das *Terrain senonien d'Orb.*, entdeckt worden; ein weisser, wenig harter Kalkstein mit *Belemnitella mucronata*, *Catillustrümmern*, *Ananchytes ovata* und anderen Kreide-Echinodermen, unmittelbar auf Neocomien liegend. Die höhere Masse dieses Kalksteines enthält viele Knauer von schwarzem Feuerstein.

Das Kalkgebirge der Beauges, zwischen dem Thale der Isère und der Molasse von Aix und Rumilli, liegt in der Fortsetzung der nach allen Seiten durch Niederungen isolirten Gebirgsgruppe des M. Granier und ist von ähnlicher geologischer Beschaffenheit. Man steigt von Conflans, aus der Thalfläche der Isère, nach dem Col de Tamié, erst über dunkle Schiefer, welche dem *Oxfordthon* zu entsprechen scheinen, dann durch eine mächtige Lagerfolge von schwarzem Kalk, deutlich in wenig dicke, durch shiefrige Zwischenlager getrennte Schichten abgesondert. Dieser Kalk enthält Aptychus, Ammoniten, Pectiniten, die ihn als mittleren Oolith charakterisiren, als den Kalk der Porte de France, in dessen Fortsetzung er auch liegt. Auf der Höhe des Passes sieht man, besonders gegen Westen, hohe, mauerartige Abstürze einer der erstiegenen Hochfläche aufgesetzten Kalkbildung, die, weiter nördlich, sich tiefer senkt und aus weissem *Rudistenkalk* besteht. Es verbreitet sich dieser obere Neocomien als mächtige Felsdecke, oder in mauerartig aufsteigenden Riffen über einen beträchtlichen Theil der Beaugesgruppe und erreicht bei Douing das Ufer des See's von Annecy. Eine merglichte

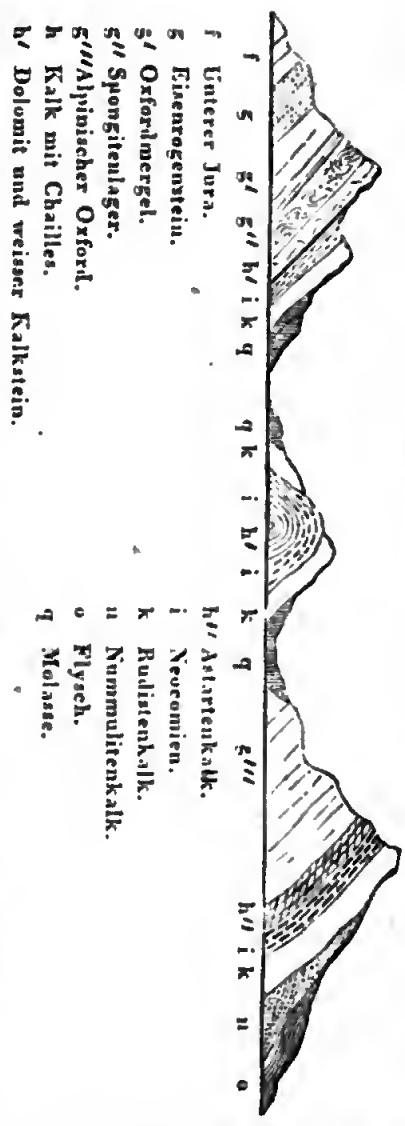
Unterlage, die öfters hervortritt, enthält den *Spatangus retusus* und andere Petrefacten des unteren Neocomien. Am Chéran, unterhalb Bellecombe, liegt auf dem Rudistenkalk eine vereinzelte Partie von Gault, nach Steinart und Petrefacten ganz übereinstimmend mit demjenigen der Perte du Rhône. Im Hochthale von Entrevernes, oberhalb Douing, tritt auch, zwischen zwei Mauern von Rudistenkalk eingeklemmt, weisser Sandstein mit Nummuliten auf, wie jener vertical stratificirt, und neben dem Sandstein stehen Kohlenflötze an und Mergel, worin Conchylien von tertiärem Aussehen, *Cyrenen* und *Potamiden*, vorkommen.

Deutlicher zeigt sich die Auflagerung der Nummulitengesteine, wenn man von Chambery aus die Alp von Nivolet ersteigt und die Hochfläche gegen Les Déserts hin verfolgt, da, in Folge des nicht steilen Ostfallens, die älteren Bildungen successiv unter den jüngeren verschwinden.

Der Westabfall des Gebirges zeigt einen mehrfachen Wechsel grauer Mergel und fester Kalksteine g‴, denen der Porte de France ähnlich, und, nach den zwar seltenen Petrefacten, *Amm. Herveyi*, als Oxford zu betrachten. In der Decke b″ dieser Kalksteine glauben die Geologen von Chambery Oberoolith, das *Terrain sequanien* Marcou, zu erkennen. Ueber ihm liegt, bis zur Alphütte, ein mit Weide bedeckter Mergel i, den man für Neocomien zu halten berechtigt ist, und die obersten Felsen, zu denen die Dent de Nivolet, 1401 m., selbst gehört, sind weisser Rudistenkalk k, der in nackten Felswänden ostwärts gegen den Thalboden einsinkt. So wie man jenseits den Kamm nach den Déserts hinuntersteigt, legt sich auf den weissen Kalkstein ein Conglomerat erbse- bis kopfgrosser Kalkgerölle, worin oft viele *Nummuliten* und Trümmer von *Zoophyten* vorkommen. Auf diesem liegen, in grosser Verbreitung, hellgelber Kalkstein und weisser oder gelblicher Quarzsandstein, welche ebenfalls *Nummuliten* und zugleich eine Menge enge mit dem Steine verwachsene *Pectiniten*, *Cerithien*, *Pteroceren* und andere Conchylien enthalten. Gegen Les Déserts hin überlagert diese Bildung ein mit gemeiner Molasse ganz übereinstimmender Mergel und Mergelsandstein, zum Theil schiefrig, auf den Ablosungen

mit Glimmerblättchen bedeckt, Schuppen und Zähne von Fischen enthaltend, und weiterhin auch als festerer *Flyschsandstein* auftretend.

Auf der anderen Seite des See's von Annecy stossen wir, längs dem Wege, der von Annecy ostwärts nach Cluses, in das Thal der Arve führt, auf den ausgezeichneten, zuerst von Murchison bekannt gemachten Durchschnitt von Thones, wo, in regelmässiger Aufeinanderfolge, und jede Formation hinreichend durch Petrefacten charakterisirt, unteres Neocomien, Rudistenkalk, Gault, jüngere Kreide, Nummulitenkalk und Flysch auftreten. Die jüngere Kreide zeigt zuerst hier die steinartige Beschaffenheit, die in der östlichen Schweiz als *Sewerkalk* bekannt ist; der Nummulitenkalk erinnert an den Kalk von Gassino oder Mosciano. Auf der anderen Thalseite von Thones finden wir zugleich die westlichste Stelle, an der, in enger Verbindung mit Flysch, ein Gestein auftritt, das in Faucigny und in der Schweiz eine wichtige Rolle spielt: ein grüner, gefleckter Sandstein nämlich, bekannt als *Sandstein von Taviglianaz*, von einer Alp her, die zwischen Bex und den Diablerets liegt. Uebersteigen wir dann über Grand-Bornand das östliche Gebirge, so treffen wir am Passe selbst auf die merkwürdige Stelle der Montagne des Anes, wo Favre den Flysch von einem Kalksteine, der Belemniten und Ammoniten enthält, bedeckt sah, und im Niedersteigen wiederholt sich



uns, bevor wir Le Reposoir erreichen, dieselbe Folge von Formationen, die bei Thones entwickelt ist. Der Sewerkalk ist auch hier, in dem kurzen Engpasse unter der Alphütte, wo der reichste Fundort von Gaultpetrefacten ist, in deutlicher Auflagerung auf den Gault nicht zu verkennen.

Die auf Seite 105 stehende Zeichnung verbindet die Formationsfolge der Beauges mit derjenigen der ersten Jurakette.

8. *Die Schweizeralpen.*

In seiner vollen Breite tritt das Alpensystem von SW her in das Gebiet der Schweiz und ihrer näheren Umgebungen, und die in den Gruppen der Grajischen und Westlichen Alpen vorkommenden Gebirge und Formationen setzen darin weiter fort. Zugleich tauchen neue krystallinische Centralmassen auf; es erscheinen Formationen, die sich durch ihre Steinarten oder organischen Ueberreste von den bisher gesehenen unterscheiden, und, während der Grundcharakter des Systemes der gleiche bleibt, verändert sich dasselbe allmälig im Einzelnen.

Die Steinarten der Grajischen Alpen, und andere mit ihnen verbundene krystallinische Gesteine durchsetzen die mittlere Val Sesia, umgeben den Lago d'Orta, den nördlichen Theil des Lago Maggiore nnd Lago di Como und ziehen durch Veltlin fort nach der oberen Val Camonica. Sie können in eine Gruppe der krystallinischen Gesteine des Südrandes, oder kürzer als Seegebirge zusammengefasst werden. Das Auftreten der *Granitmassen*, mit deutlicher Trennung von dem aufgelagerten Glimmerschiefer und Gneis, wird nun zu einem vorherrschenden Typus dieser Gruppe. Die ausgezeichneten Granite der Val Sesia, von Baveno, Val Gana, Val Codera, Bormio und Laris sind petrographisch und in ihren geologischen Beziehungen wesentlich verschieden von den Gesteinen, die in anderen Theilen des Alpensystemes Granit heissen. Auch die Einlagerungen von *Serpentin* und *Weissem Marmor* halten an und erreichen an

verschiedenen Stellen eine bedeutende Entwicklung. Eigenthümlich ist aber das mächtige Auftreten von *Hornblendgesteinen*, die, in enger Verbindung mit Granit und Serpentin, in einem grossen Theile dieser Gebirge alle anderen Steinarten verdrängen und längs dem Südrande der Alpen eine bis jetzt wenig beachtete Zone dunkler Gesteine bilden. Der Metallreichthum scheint nicht über die Grenzen von Piemont hinaus fortzusetzen.

In der Nähe von Biella, an der südlichen Grenze dieser Gebirge, beginnt eine Reihe neuer Bildungen, die in ihrer Fortsetzung gegen Osten eine immer wachsende Bedeutung gewinnen. Theils noch aus den krystallinischen Schiefern, theils aus den ihnen vorliegenden Sedimentbildungen, erheben sich, nach kleineren und grösseren Intervallen, rothe, quarzführende, und schwarze, quarzlose *Feldsteinporphyre*. Am Ausgange der Val Sesia treten auch Felsen von weniger umgewandeltem *Kalkstein* und *Dolomit* auf, die schon zwischen dem Lago Maggiore und dem Comersee sich zu einem Gebirgslande von fünf bis zehn Meilen Breite ausdehnen, organische Ueberreste führen und sich, diesen zufolge, in eine mehrfach gegliederte Folge von Altersformationen zerlegen lassen. Die östliche Fortsetzung dieses Sedimentgebirges bildet die Zone der südlichen Kalk- und Dolomitalpen, die, ohne fernere Unterbrechung, nach Krain und Illyrien fortstreichen. Ihre Grundlage ist ein *Verrucano*, der besonders in den Gebirgen von Bergamo und Brescia mächtig entwickelt auftritt, und nach kürzlich darin aufgefundenen Petrefacten als *Bunter Sandstein* betrachtet werden muss. Ein meist schwarzer Kalkstein und Schiefer wird durch seine Petrefacten deutlich als *Lias* erkannt. In *rothen, Ammoniten führenden Kalksteinen* glaubt man den Ammonitenkalk des Apennins wiederzufinden. Auch die verschiedenen Abtheilungen der *Kreide*, des *Nummulitenkalkes* und des *Flysch* sind vertreten, und an einzelnen Stellen des äusseren Randes haben noch jüngere, tertiäre Bildungen, mit Conchylien der subapenninischen Hügel, sich angelagert.

Ein Streifen von Grauem und Grünem Schiefer, Kalkstein, Serpentin und Hornblendgestein trennt die See-

gebirge von dem Gneis und Glimmerschiefer der Tessiner-Alpen. In der hoch aufgeworfenen Gebirgsmasse des Monte Rosa tritt das Westende dieser nördlicheren Gneisbildung in grosser Mächtigkeit, aber auf eine geringe Breite beschränkt, aus der Schieferdecke der Aostathäler hervor. Die Trennung von dem südlichen Gneis ist hier, durch den breiten, gegen Ost vordringenden Schieferstreifen deutlich bezeichnet. Weiterhin zerreisst dieser Streifen in einzelne, mit dem Gneis verwachsene Streifen von Hornblendgesteinen, deren Zusammenhang sich nur aus ihrem gleichmässigen Fortstreichen erkennen lässt. Die mit wachsender Breite entwickelte Gneismasse ist daher öfters mit der südlicheren zu einer kaum trennbaren Masse vereinigt.

Ein zweiter, nördlicher Schieferstreifen dringt aus dem Aostathale über S. Théodul nach Zermatt und begrenzt die vorige Gneismasse gegen Mitternacht. Man kann denselben durch Saass und Formazza bis in den mehrfach zerspaltenen Hintergrund der Val Maggia verfolgen; bald als mächtige, anhaltende Gebirge von schwarzem Schiefer und Kalkstein; bald als getrennte Massen von Marmor und zuckerartigem Dolomit; bald als Grüne Schiefer, Hornblendgesteine und Serpentin. Eine längere Gneismasse, welche die Centralmasse des Wallis heissen mag, folgt der Nordgrenze jenes Schieferstreifens. Das erste deutliche Auftauchen dieser Gneismasse fällt in Val Pellina. Sie erhebt sich im Matterhorn, der Dent-Blanche, Weissborn, zu Höhen, die den Gipfeln des Montblanc und Monte Rosa wenig nachstehen und diese Gebirgsgruppe zu der grossartigsten und unzugänglichsten des ganzen Alpensystemes gestalten, und setzt, stets wieder durch tiefe Querthäler zerrissen, im Fletschhorn und M. Leone fort, bis über das Ostende des vorigen Schieferstreifens hinaus, so dass sie an den Quellzuflüssen der Maggia mit dem südlicheren Gneis zusammenschmilzt.

Zwei weniger ausgedehnte, aber durch Höhe und Gletscherbedeckung ausgezeichnete Centralmassen sind westlich von dem Hochgebirge des Wallis aufgestiegen, so dass ein Querprofil in diesem Theile der Alpen, wie auch südlich von der Maurienne, vier Centralmassen durchschneidet.

Wir finden zunächst die Centralmasse des Montblanc, die zwar in der Verlängerung der Westalpen liegt und damit zusammenhängen mag, doch aber als eine selbständige Masse betrachtet werden muss, da wenigstens oberflächlich, auf dem Bonhomme und im Thale von Montjoie wirkliche Trennung durch Kalk- und Schiefergesteine statt findet, und die grosse Höhe, zu welcher das Gebirge, im Gegensatze der geringen Erhebungen von Beaufort, sich aufwirft, von einer neuen Kraftäusserung der von Innen her wirkenden Kräfte zeugt. Die Montblancmasse erreicht ihr Ostende schon am Ausgange der Val de Bagne und erreicht das Hauptthal der Rhone nicht mehr. Von ungefähr gleicher Ausdehnung, aber weniger hoch, ist die westlich liegende Centralmasse der Aiguilles Rouges, die aber doch noch auf die rechte Seite der Rhone übersetzt und sich unter die Kalkmassen der Dent de Morcles verliert.

Der Schiefer der Tarentaise und der Aostathäler, der zwischen den Centralmassen des Wallis und der Aiguilles Rouges, in's Wallis fortstreicht, vereinigt sich, nach der Auskeilung des Montblancgneises wieder zu einer ungetrennten breiten Schiefermasse, die das Wallis aufwärts sich verfolgen lässt bis in die Umgebungen des Gotthards. Bereits oberhalb Brig jedoch erleidet dieser Schiefer eine neue Gabelung durch das Eingreifen der Centralmasse des Gotthards, welche südlich durch die Hauptmasse der schwarzen Schiefer von dem Gneis der Tessineralpen, nördlich durch einen schmäleren und oft zerrissenen Kalkstreifen von einer nördlicheren Gneismasse getrennt wird. Die Ausdehnung der Gotthardmasse hält ungefähr das Mittel zwischen derjenigen der langgestreckten Centralmassen der Westalpen oder des Wallis und den kleineren der Rousses oder des Montblanc; ihr Ostende erreicht beinahe Ilanz im Vorderrheinthal und verläuft sich hier in gneisähnlichen Verrucano.

Eine beträchtlich grössere Gneismasse hat, im Norden des Gotthards, vorzugsweise auf die Bodengestaltung der Schweiz eingewirkt. Die Centralmasse des Finsteraarhorns, von der Altels bis an den Tödi fortziehend,

presst sich in ihrer zerspaltenen Mitte enge an die Mitte der Gotthardmasse, und der sie trennende Kalk des Urserenthales ist hierdurch so sehr erhöht worden, dass sein Boden zu einer Stufe des Ueberganges vom Norden in den Süden des Alpensystemes wurde. Im Westen und Osten dieser Stufe sind durch Zerstörung der Grauen Schiefer die Längenthäler des Wallis und Vorderrheinthales entstanden, durch welche die Alpen in zwei parallel streichende Gebirgssysteme zertheilt erscheinen. Die in ungefähr gleicher Entfernung vom Gotthardpasse liegenden grossen Querthäler der Rhône und des Rheins vollenden die Symmetrie dieser Gestaltung und isoliren die von den zwei Strömen umflossene Gebirgsgruppe zu einem inselartigen Ganzen, das in älterer Zeit, als Wallis und Graubünden noch weniger enge mit der Schweiz vereinigt waren, ausschliesslich als Gruppe der Schweizeralpen betrachtet werden konnte.

Südlich von dem Ostende der beiden vorigen Massen erheben sich zwei von Gletschern umgebene Gebirge, die, obgleich wenig ausgedehnt und enge verbunden mit der Gruppe der Tessineralpen, durch ihre Höhe, Structur und Steinart sich als Centralmassen darstellen. Die westlichere ist das Adulagebirge, von je her als eine Hauptgruppe der Alpen betrachtet, die östliche das Suretagebirge, dessen Schneegipfel bei'm Anstreten aus der Viamala als der südliche Hintergrund von Schams in's Auge fallen. Die Niederung zwischen beiden ist benutzt worden zu den bequemen Alpenpässen des Splügen und Bernhardin.

Im Osten dieser Gneismassen und der über sie hinaus greifenden Massen der Tessiner- und lombardischen Alpen erstreckt sich von Nord her der Schiefer und Kalkstein bis an die Südgrenze Graubündens und, wie am Col de Bonhomme, dehnt, über Albula, Casanna und den Ortles, das Sedimentgebirge sich quer über das ganze Alpensystem aus, bis an seinen mittäglichen Abfall. Es scheidet durch eine geologische Grenze die Schweizeralpen von den Ostalpen, wie der Schieferstreifen des Bonhomme als natürliche Begrenzung gegen die Westalpen gedient hat. Im Süden jenes Kalkstreifens erhebt sich, östlich von der

Granitmasse von Val Codera, die Centralmasse des Bernina, mit selbständigem Charakter und auch durch die am mittäglichen Abfalle derselben auftretenden Kalksteine von der übrigen Masse der lombardischen oder Seegebirge abgeschieden.

Längs dem Nordrande dieser Systeme centraler Gneismassen zieht die Zone der Kalkstein-, Sandstein- und Schieferalpen von Savoyen her durch die ganze Schweiz bis jenseits ihrer Ostgrenze fort und bildet ein breites, mannigfaltig zerrissenes Gebirgsland zwischen dem Hochgebirge und der Molasse. Die Zusammensetzung desselben lässt mehrfache Analogien mit dem südlichen Kalkgebirge nicht verkennen. *Verrucano* erscheint auch hier in der Grundlage, dann folgt *Lias* und *Oolith*, und die *Kreidebildungen*, *Nummulitenkalk* und *Flysch* treten in grosser Mächtigkeit auf. Die topographische Ausdehnung und Anordnung dieser Formationen zeigt jedoch in den einzelnen Profilen der Zone grosse Abweichungen. Das allgemeine Vorherrschen der Kreideformationen vom Hochgebirge bis an die Molasse, wie die Gruppe der Grande Chartreuse und die Beauges es zeigen, die Beschränkung des Ooliths auf eine schmale Zone, längs dem Nordrande des Gneisgebirges, oder auf die tieferen Abhänge der Kreidegebirge, hält an bis an die Arve. Zwischen den Querthälern der Arve und der Aar aber herrschen andere Verhältnisse. Das Kalkgebirge dringt weiter vor; die Kreidebildungen sind meist zurückgedrängt auf die inneren Ketten, die äusseren bestehen vorherrschend aus Oolithbildungen, meist Mittel- und Oberoolith, und nur Flysch erscheint noch als Decke derselben. Oestlich vom Thunersee tritt wieder die frühere Ordnung ein und hält in den äusseren Ketten, mit wenigen Abweichungen, an bis an das Rheinthal; die verschiedenen Kreidestufen bilden ausschliesslich, oder doch vorherrschend die Gebirge, die an die Molasse anstossen. Im Inneren der Zone zeigt sich noch mehr Wechsel. Die Kalksteinbildungen sind theilweise verdrängt durch mächtige Flyschgebirge, oder es wird die Nummulitenbildung vorherrschend. In der östlichen Schweiz vermehrt sich die Kreidefolge durch neue Glieder, die in der mittleren und

westlichen fehlen. In Glarus gewinnt der Verrucano eine ungewohnte Entwicklung. Aeltere neptunische Bildungen, als Lias, sind aber auch in diesem Theile der nördlichen Kalkalpen nicht bekannt.

9. Die Ostalpen.

Mittelzone.

Im Osten der die Hochalpen durchziehenden Kalk- und Schieferzone der Bündnergebirge erheben sich, noch innerhalb des Gebietes der Schweiz und ihrer Umgebung, aber ostwärts weit über dieselbe hinausgreifend, zwei Gruppen umgletscherter Gneisgebirge. Die nördliche entspricht, als Centralmasse des Selvretta, in jeder Beziehung dem Begriffe alpinischer Centralmassen, wie sie in den Gruppen des Montblanc, des Finsteraarhorns oder des Gotthards entwickelt sind. Die Structur zeigt einen nach oben geöffneten Fächer; die verticalen Gneismassen des Mittelkammes nähern sich dem Granit; am äusseren Rande greifen Gneis und Kalk keilförmig in einander ein. Das westliche Ende dieser Centralmasse verliert sich bei Bergün unter den hoch aufgeworfenen Kalk- und Dolomitgebirgen, welche Bergün von Oberhalbstein trennen, und mit zunehmender Breite erstreckt sie sich, zwischen Unterengadin als Südgrenze, Davos und Klosterthal als Nordgrenze, durch das untere Oezthal und Selrain bis gegen Innsbruck hin.

Die Gruppe der Oezthaler-Ferner, die, südlich von Unterengadin, noch in unser Gebiet eingreift, zeigt grössere Verwicklung. Sie scheint aus mehreren nahe an einander geschobenen Fächern zu bestehen, deren Grenze vielleicht durch Streifen von Hornblendgesteinen angedeutet sind, so wie auch, auf der Südseite des Vintschgaues, eine Folge von Kalkmassen die Gruppe von der östlichen Fortsetzung der Seegebirge trennen mag. In ihrem NO Fortstreichen schliesst sich die Gruppe sehr nahe an die vorige an, aber wie diese, verliert sie sich unter den östlich anstossenden Bildungen, bevor sie noch das Wipthal und

die Brennerstrasse erreicht, und auch weiter östlich tauchen auf der Streichungslinie dieser centralen Masse keine Gneisgebirge mehr auf.

Wir müssen über den Brenner bis unter Sterzing hinab wandern, bevor wir einer neuen Centralmasse begegnen. Es ist die Felsreihe, welche südlich vom Pfitscherthal aufsteigt, aber erst vom Pfitscherjoch an sich als Wasserscheide behauptet und mit zunehmender Höhe und Bedeutung, mit ewigem Schnee und Gletschern bedeckt, nach Osten zu, in den Krimler-Tauern und Sulzbacher-Keesen, gegen das Unter-Pinzgau fortstreicht. Im Venediger erreicht sie ihre grösste Höhe und von diesem Gipfel mag sie auch ihren Namen erhalten. Das östliche Ende dieser Centralmasse wird auf den Velber-Tauern zu suchen sein.

Weiter ostwärts scheint der Gneis und Granit-Gneis auf dem Kamm der Tauernkette zu fehlen bis in die Gegend des Hohen-Narr, im Hintergrund von Rauris. Der Gross-Glockner und seine Umgebungen bestehn aus Grauem und Grünem Schiefer, theils Glimmerschiefer, theils Cipollin und Kalkglimmerschiefer. Von diesen Gesteinen, von Dolomit und Serpentin ist man auch begleitet, wenn man von Heiligen-Blut über die Tauernkette nach Rauris übersteigt, und weder die Gestalt und Farbe der entfernteren Felsgipfel, noch die Geschiebe der Wildbäche lassen das Auftauchen Feldspath führender Steinarten vermuthen. Es treten diese jedoch südlich von dem Hochgebirge, in der nach der Drau sich absenkenden Gebirgsgruppe, und bei Lienz, in der Grundlage des rothen Sandsteins und Kalksteins der südlichen Nebenzone, hervor. Es sind zum Theil sehr ausgezeichnete Gneise, mit porphyrartig ausgesonderten Feldspathkrystallen; sie scheinen selbst, wie die Protogine der schweizerischen Centralmassen, fächerförmige Structur zu besitzen und sich nördlich über die Glimmerschiefer und Kalksteine der Tauernkette überzulehnen. Aber zu grösseren Höhen vermögen sie sich nicht zu erheben; als centrale Massen, die kräftig auf ihre Umgebung und auf die Gebirgsgestaltung eingewirkt hätten, vermögen wir sie nicht anzuerkennen.

Eher entspricht diesen Anforderungen die Masse von Granit-Gneis, welche etwas vor Wildbad in Gastein unter dem N fallenden Grauen und Grünen Schiefer und Kalkstein aufsteigt, die Hauptmasse des Rathhausberges, der Nassfelder-Tauern, des Ankogels und des ganzen südlichen Hochgebirges bildet und auch am südlichen Abfall desselben, im Zirknitzthale, unter den Gletschern hervortritt, meist aber unter der Decke S fallender Glimmerschiefer, Grauer und Grüner Schiefer verborgen bleibt.

Es setzt diese Granit-Gneismasse wahrscheinlich in der Kette des Hoch-Golling fort, welche das Thal der Enns von dem der Mur scheidet. An der mit tertiären Bildungen bedeckten Niederung von Grätz endlich erhebt sich noch einmal das Alpensystem in einem weiten, gegen Ost geöffneten Bogen von Gneis und krystallinischen Schiefern. Der südliche Schenkel des Bogens setzt in dem Bachergebirge bis Rohitsch, östlich von Cilli, fort; der nördliche erstreckt sich, längs dem südlichen Ufer der Mur, gegen den Neusiedlersee, taucht an mehreren Stellen des Leithazuges unter dem tertiären Kalk hervor und setzt dann bei Theben in die Karpathen über.

Das Streichen der Gneisstreifen, die meist auch die grössten Erhebungen des Gebirges enthalten, fällt, wie in denen der Schweiz und der Westalpen, auch hier nicht genau zusammen mit dem allgemeinen Streichen des Alpensystems, sondern bildet etwas kleinere Winkel, als dieses, mit dem Meridian und durchschneidet in schiefer Richtung die Linie der Wasserscheide und die ihr parallel laufenden Längenthäler. Die Abweichung bleibt jedoch stets gering. Der Lauf der Salzach von Mittersill nach Lend, oder der Drau von Toblach nach Lienz, oder die Axe der Zone krystallinischer und metamorphischer Schiefer, wenn man die Mitte des Abstandes der Salzach von der Drau auf dem Meridian von Innichen mit der Mitte des Abstandes von Rottenmann und Klagenfurt verbindet, alle diese Linien setzen das Streichen des östlichen Alpensystems in N 85 O. Dagegen streicht die Venediger-Centralmasse in N 70 O. Am westlichen Ende derselben, in der Nähe des Pfitscherjochs, streichen die Gneisstraten in N 80 O (die

magn. Deklination gleich 15° angenommen), am östlichen Ende, auf dem Iselsberg, in N 72 O bis N 80 O. Der Gneis bei Wildbad in Gastein streicht in N 72 O.

Der früher schon angedeutete Bau des Alpensystems zeigt sich nun in den Ostalpen in der vollsten Entwicklung. Die Mittelzone hat zwischen Innsbruck und Kollmann eine Breite von 14 Meilen (20 M. = 1°), zwischen Salfelden und Ober-Drauburg dieselbe Grösse; zwischen Rottenmann und Klagenfurt steigt die Breite auf 18 M., und weiter östlich, wo das Alpensystem sich zu theilen beginnt, noch höher. Auf beiden Seiten wird diese Mittelzone begleitet von breiten, vorherrschend aus Kalkstein und Dolomit bestehenden Nebenzonen, welche dem grossentheils abgerundeten und bewachsenen inneren Gebirgsland schroffe Felsabstürze zukehren, und in eine regelmässige Folge Petrefacten führender Sedimentformationen zerfallen, die in der Regel um so jünger sind, je mehr sie sich von der Mittelzone entfernen. Man könnte eher noch hier, als in den westlichen Alpen, das Alpensystem einem grossen aufgebrochenen Gewölbe vergleichen, einer zerborstenen Jurakette, die beiden, von der Axe des Systemes abfallenden Kalksteinzonen den stehn gebliebenen Schenkeln, die mittlere Schieferzone der früher vom Gewölbe verschlossenen Grundmasse. Ein in der Nähe des Gross-Glockner gezogener Durchschnitt stimmt auch mit dieser Ansicht ziemlich überein. Die Schieferstraten liegen auf dem Wassertheiler der Tauernkette horizontal und biegen sich von da gewölbartig nach beiden Seiten. Bis an den Fuss der nördlichen Kalkgebirge herrscht Nordfallen, und auch das Kalkgebirge selbst fällt nördlich bis nahe an seinen äusseren Rand. Auf der Südseite der Tauern herrscht Südfallen; erst im Schiefer, dann in der südlichen Kalk- oder Dolomitzone. Auch die nahe Uebereinstimmung der Formationen beider Nebenzonen zeugt von einem früheren Zusammenhang derselben, und da nirgends in der Mittelzone Ueberreste einer jüngeren Kalksteindecke bemerkt werden, so scheint diese zersprengt und auseinander gerissen, nicht etwa durch Erosion zerstört worden zu sein. Die grosse Breite der Mittelzone beweist eine mächtige Erweiterung der entstan-

denen Spalte, aus welcher das Grundgebirge, Schiefer und Gneis, hervortraten. Aus dem starken Seitendruck, den diese Erweiterung erzeugen musste, erklären sich die Biegungen der seitlichen Kalksteingebirge und die oft verticalen Schichtenstellungen ihrer Straten am äussersten Rande. In der südlichen Kalkstein- und Dolomitzone werden überdiess eigenthümliche Verhältnisse hervorgerufen, durch das Auftreten von Granit- und Porphyrgebirgen, in der Fortsetzung der schon im nördlichen Piemont und in der Umgebung der See'n angezeigten Massen.

Die Felsarten der Mittelzone sind nicht verschieden von den, in ähnlicher Lagerung, in Graubünden, im Wallis, in der Maurienne oder in Dauphiné vorkommenden, die wir als *Graue Schiefer* zusammengefasst haben. Wo die metamorphischen Einflüsse am schwächsten hervortreten, sind es schwarze oder graue Thon- und Dachschiefer, oder glimmerreiche, feste Sandsteinschiefer, oder dunkle, dichte oder körnige Kalksteine. Alle diese Steinarten wechseln unter einander ohne bestimmte Folge ab: so im Zillerthal und Duxthal, im Pfitschthale zwischen Kemmaten und Sterzing, im unteren Pusterthal, im unteren Pinzgau und in vielen anderen Gegenden. Bei höherer krystallinischer Entwickluug nehmen die Schiefer stärkeren Glanz und buntere Farben an und nähern sich dem wahren Glimmer- und Talkschiefer: so an der Brennerstrasse, so auch im unteren Gaderthal, zwischen Piccolein und Brunecken. In der näheren Umgebung der Gneisstreifen findet man mächtige Schieferfolgen von Chloritschiefer, mit welchem weisse Marmor, Cipolline, oder talkige Quarzschiefer wechseln: so auf den H. Blut-Tauern und in der Gruppe des Gross-Glockner. Zuweilen auch, besonders in der Nähe von Serpentin, sind Grüne Schiefer, in Epidotschiefer oder Talkschiefer übergehend, mächtig entwickelt: so in Rauris und Gastein und auf der anderen Seite der Salzach, gegen Dienten hinauf; so auch jenseits der Tauern im Möllthale.

Organische Ueberreste finden sich, wie überrall, nur höchst selten in dieser Zone. In den mächtigen stockförmigen Einlagerungen von Kalk- und Eisenspath, welche bei

Dienten ausgebeutet werden, kommen schmale Streifen von schwarzem, graphitähnlichem Schiefer vor, welche in kleinen Schwefelkiesknollen silurische Petrefacten einschliessen, am häufigsten

Orthoceras gregarium Murch. *Cardium cornucopiæ Gdf.*
— *styloideum Barr.* — *gracile Münst.*
— *striatum Sow.*

Dieselben Species finden sich in England in den unteren *Ludlow-rocks*, und nach Barrande im tieferen Theile der jüngsten Abtheilung des böhmischen Uebergangsgebirges.

Die Schichtenfolge von Dienten ist die oberste Masse der dem Gneis von Wildbad in Gastein mit gleichmässigem Nordfallen aufgelagerten Gesteine, und die ganze unter ihr liegende Kalk- und Schieferreihe, die das untere Pinzgau, von Dienten an die Salzach und bis an den Fuss der Tauern, in einer Mächtigkeit von wenigstens 10,000 m. erfüllt, muss daher älter sein und den drei unteren Abtheilungen des Silurischen Systems, oder noch älteren, bis jetzt, wegen gänzlichem Mangel an organischen Ueberresten, noch nicht davon unterschiedenen Sedimenten angehören. Die nämlichen Schiefergesteine setzen, das Pinzgau aufwärts, zu beiden Seiten der Salzach, gegen Westen fort und bedecken, über Kitzbübel und durch das Zillerthal fortstreichend, den ganzen Raum zwischen dem Gneisstreifen des Venedigers und dem nördlichen Kalkgebirge. Ebenso erstreckt sich diese Bildung ostwärts, über Admont und Vordernberg, und lässt sich, zwischen dem südlichen Fuss der Kalkzone und dem nordöstlichen Schenkel des die Niederung von Grätz begrenzenden Gneisgebirges, bis Schottwien und Glocknitz verfolgen. Wie bei Dienten, zeichnet sich in dieser östlichen Fortsetzung der höhere Theil dieser Bildung aus, durch reiche Massen von *Spatheisen*, die bei Admont, Eisenerz, Vordernberg, Seewiesen, Neuberg u. a. O. einen wichtigen Bergbau veranlassen; organische Ueberreste sind aber bis jetzt darin nicht aufgefunden worden.

Auf der Südseite des Gneiszuges zeigt sich das Uebergangsgebirge in beträchtlicher Entwicklung nördlich von Grätz. In dem Kalkstein des Plawutsch, nahe bei

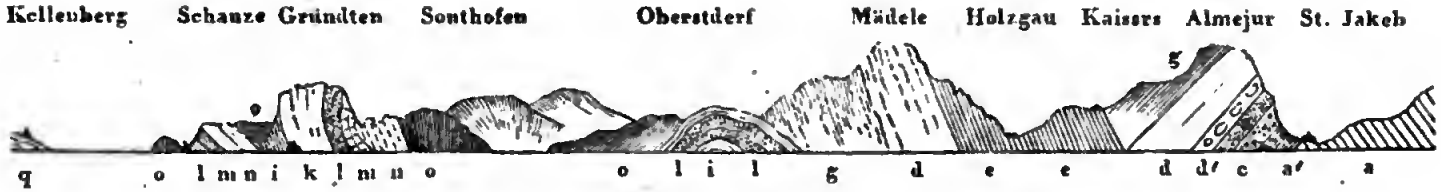
Grätz, findet man, nebst mannigfaltigen Korallen, *Cyathophyllum explanatum*, *C. hexagonum*, *C. turbinatum*, *C. cæspitosum*, *Calamopora spongites*, *C. polymorpha*, *Stromatopora concentrica*, den *Pecten grandævus Gdf.*, *Inoceramus inversus Münst.*, *Clymenia lævigata M.* und *Orthoceratiten*. In den Steinbrüchen von röthlichem Kalk der Steinberge, westlich vom Plawutsch, kommen *Orthoceratiten* und *Goniatiten* vor. Den aufgefundenen Arten gemäss glaubt Unger diese Kalksteine dem Devon-System beizählen zu sollen.

Ausgezeichnete Petrefacten des Bergkalks, *Productus*, *Spirifer*, *Krinoiden*, und als Seltenheit auch *Trilobiten* kommen in der Nähe von Bleiberg, zwischen Kreuth und dem Gailthale, in Grauwacke vor, die in enger Verbindung mit Diorit steht. Es liegt diese Stelle jedoch bereits ausserhalb der Mittelzone, im Gebiet der südlichen Kalkzone, unter welcher sich hier, vielleicht durch den Diorit gehoben, das Uebergangsgebirge hervordrängt. Einer ähnlichen Partie von Bergkalk scheinen die, südlich von Windisch-Kappel, durch v. Rosthorn entdeckten Petrefacten: *Caryophyllien*, *Flustra*, *Cellepora*, *Encriniten*, *Productus*, *Spirifer*, *Trilobiten*, anzugehören, (Boué, M. géol. de Frc. II).

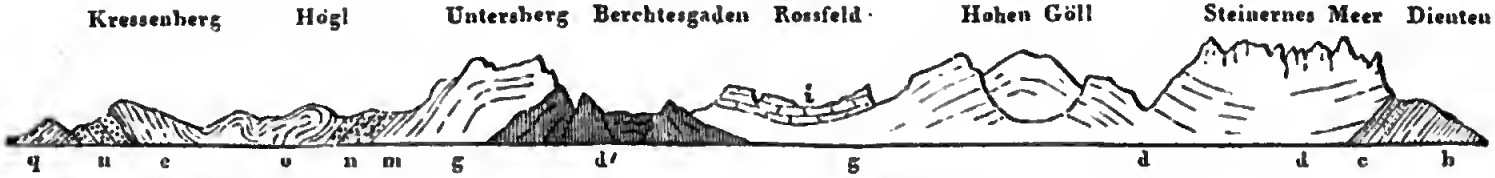
Die wahre Steinkohlenbildung, charakterisirt durch die in England, den Niederlanden und anderwärts mit der Kohle verbundenen Pflanzenabdrücken, scheint in bedeutender Verbreitung vorzukommen. Ein Hauptfundort dieser von Unger näher bestimmten Pflanzenüberreste, beinahe 50 verschiedenen Arten angehörend, ist die Stangalp bei Turrach, zwischen Murau und Gmünd. Das Grundgebirge dieser Gegend besteht aus steil geneigtem Glimmerschiefer und Thonschiefer, worin Massen von Spatheisen und eisenschüssigem Kalkspath vorkommen, die hier, wie auf der Nordseite des Gneisgebirges, ausgebeutet und in Turrach verschmolzen werden. Wenn man dieser Analogie vertrauen darf, so gehören diese Schiefer, wie diejenigen von Dienten, dem oberen silurischen Uebergangsgebirge an. In beträchtlicher Höhe über dem Thalboden sind diesem abgerundeten und meist überwachsenen Schiefergebirge

mehrere Kuppen aufgesetzt, die eine von West nach Ost streichende Reihe bilden, und durch ihre gänzliche Entblössung von Vegetation, ihre Felsabstürze und Trümmerhalden das Auge fesseln. Sie bestehn aus einem hellgrauen bis weissen Quarzsandstein und Quarzconglomerat, in ungefähr horizontale Lager abgesondert. Die tieferen Massen nähern sich dem Verrucano; es sind rothe und graue, z. Th. glimmerige Schiefer, Grauwackenschiefer ähnlich, die mit rothen und weissen Quarzconglomeraten wechseln. Im mittleren und höheren Theile der Sandsteinbildung zeigen sich Einlagerungen von schwarzgrauem Schiefer, mit Spuren von Anthracit, und diese Schieferstreifen enthalten die Pflanzenüberreste, nach welchen das Alter dieser Bildung bestimmt worden ist (Boué). Nach einer Angabe von Merian kommen dieselben Abdrücke auch auf der Kothalpe im Lungau, also beträchtlich nördlich von der Stangalp, obgleich immer noch auf der Südseite des Hoch-Golling, vor.

Organische Ueberreste aus jüngeren Formationen, als die Steinkohlenbildung, sind bis jetzt in der Mittelzone nicht bekannt geworden. Die Schiefer dieser inneren Alpenzone gehören demnach ausschliesslich dem Uebergangsgebirge an und scheinen alle bis jetzt erkannten Hauptstufen desselben, von der Steinkohlenbildung abwärts, zu repräsentiren, so sehr es auffallen muss, in der nämlichen Gesteinsfolge, worin bis jetzt in den westlichen Alpen, mit Ausnahme der Farrenkrautabdrücke, kein einziges paläozoisches Petrefact, sondern Belemniten und Ammoniten gefunden wurden, in den Ostalpen die älteste Sedimentreihe regelmässig entwickelt zu sehn. Die Kräuterschiefer und Anthracite der Westalpen stehn aber in der unteren Anthracitzone in engster Verbindung mit Gneis und dem ihn begleitenden Talkschiefer, während in den Ostalpen die paläozoischen Petrefacten in einer Kalk- und Schieferfolge vorkommen, welche zwischen den Kohlenschiefern der Stangalp und dem Gneis der dortigen Centralmassen zu liegen scheint. Diese Schieferfolge fehlt den Westalpen, oder sie ist gänzlich in krystallinische Schiefer übergegangen, den Ostalpen dagegen fehlt die mächtige Kalkzone der Tarentaise mit ihren Belemniten und Ammoniten.



a Gneis.
a/ Glimmerschiefer.
c Rother Sandstein.
d/ Rauchwacke und Gyps.
d Dolomit.
e Lias? Dunkelgraue und rothe Kalksteine mit Hornsteinnieren.
g Dunkle Kalksteine und Schiefer.
i Neocomien.
k Rudistenkalk.
l Gault.
m Sewerkalk.
n Nummulitensandstein.
o Flysch
q Molasse.



b Silurische Schiefer.
c Rother Sandstein.
d Unterer Alpenkalkstein. Muschelkalk?
d/ Salzbildung und oberer Muschelkalk.
g Oberer Alpenkalkstein, Lias und Jurakalk.
i Neocomien.
m Turonische Kreide. Hippuritenkalk.
n Nummulitensandstein.
o Flysch.
q Molasse.

Nördliche Nebenzone.

Wenden wir uns von der Mittelzone zu den beiden begrenzenden Kalkzonen, und zunächst zu der nördlichen, so folgen wir wohl am besten der klaren Uebersicht, die vor kurzem v. HAUER gegeben hat. Zwei Profile, das eine durch das Illerthal nach dem Stanzerthal, das andere durch das Thal der Salzach, mögen zur Erläuterung dienen.

In der Grundlage der Kalkwände, unmittelbar über dem silurischen Schiefer, oder über Glimmerschiefer und Gneis, zeigt sich ein *Rother Sandstein* und sandiger Schiefer mit rothem *Conglomerat*, ähnlich den gewöhnlichen Abänderungen des Verrucano, oder auch des alt secundären rothen Sandsteins. Es sind diese rothen Sandsteine der Ostalpen nirgends von grosser Mächtigkeit. Man findet sie, jenseits des Arlberges, zuerst bei St. Anton und Petneu, und sie lassen sich von da, längs dem Fuss der Kalkstein- und Dolomitwände, und unter dieselben nördlich einfallend, bis Landeck verfolgen. Ein zweiter, längerer Streifen zieht sich von Schwaz, über Wörgl und Salfelden, oberhalb Dienten durch, nach dem Querthal der Salzach, wo die Bildung besonders in der Nähe von Werfen zu Tag gebt und mit Gyps und Rauchwacke in Verbindung erscheint. Vereinzelte kleine Streifen zeigen sich in ähnlicher Lagerung auch weiter östlich. Nach den, meist zwar schlecht erhaltenen Petrefacten von Eisenerz, Abtenau und anderen Orten der östereichischen Alpen, *Posidonomya Clarœ*, *Avicula Zeuschneri*, *A. venetiana*, *Myacites fassaensis*, *Araucarites agordicus Ung.*, muss die Bildung in diesen Gegenden als *Bunter Sandstein* betrachtet werden.

Ueber diesem rothen Sandstein, oder den ihn bedeckenden älteren und jüngeren Massen von Gebirgsschutt und Kies, erheben sich, oft in pralligen Felswänden, hohe Kalksteingebirge, deren Alter noch unsicher bleibt. Es ist möglich, dass auf der langen Strecke von der Schweiz bis Wien verschiedene Kalksteinbildungen mit der Grundlage von Sandstein in Berührung treten, so wie auch die Profile der übrigen Glieder der Kalksteinzone, in den Ostalpen, wie in der Schweiz und weiter westlich, keineswegs sich ähnlich

bleiben. Bis jetzt ist an keiner Stelle noch, durch das Auffinden entscheidender organischer Ueberreste, eine sichere Altersbestimmung geglückt, wie man sie für mehrere Punkte der westlichen Alpen besitzt, wo die untersten Lagen des Kalksteingebirges sich durch ihren paläontologischen Reichthum besonders auszeichnen, und man ist zur Ausmittlung auf einen indirecten Weg angewiesen.

Die Hauptmasse des Kalksteins, der die mauerartige, nördliche Thalwand des Innthales, die wilden, beinahe nackten Gebirgsstöcke des Steinernen Meeres und Ewigen Schneeberges, des Tännengebirgs und Dachsteins bildet, besteht aus grauem, in der Höhe auch wohl rothem Kalkstein, verwachsen körnig oder dicht, durch seine Nacktheit, Sprödigkeit und leichte Zertrümmerung an Dolomit erinnernd und an mehreren Stellen wohl wirklich Dolomit. Von organischen Ueberresten findet man darin Steinkerne grösserer, *Isocardien* ähnlicher Bivalven, bekannt als *Dachsteinbivalven* oder *Cardium triquetrum Cat.*; so am Dachstein, und wahrscheinlich gehören auch herzförmige Durchschnitte ihr an, die auf der Höhe des Steinernen Meeres und an anderen Stellen vorkommen. Da dieser Kalkstein, der sogenannte *Untere Alpenkalk* der östereichischen Geologen auf Buntem Sandstein aufliegt und, wie wir sogleich sehen werden, von jüngerem Muschelkalk bedeckt wird, so kann er in kein anderes Niveau, als in das des älteren Muschelkalks gesetzt werden. Die für den grauen Kalkstein des Salzkammergutes geltende Bestimmung findet aber auch für den Kalkstein der Martinswand und des oberen Innthales Anwendung. Es glaubt v. Hauer den Lumachell von Hall bei Innsbruck, der in der Höhe jener Kalksteinwände mit der Salzbildung in Verbindung steht, den Schichten von Hallstadt beizählen zu sollen und eine identische Ammonitenspecies, *A. floridus*, darin erkannt zu haben. Jedenfalls liegt diese ganze Kalksteinbildung unter den *Asphaltlagern*, die, hoch über Seefeld und nur von Dolomitgipfeln bedeckt, ausgebeutet werden, und die Fischabdrücke dieser Lager sind von Agassiz und Münster als Species der Liasepoche erkannt worden.

In noch unklaren Lagerungsverhältnissen, aber jeden-

falls über dem Kalkstein des Dachsteins und Steinernen Meeres, kommen in den Gebirgen von Salzburg und des Salzkammergutes die reichen, stockförmigen Massen von Anhydrit, Gyps, Salzthon und Steinsalz vor, die den alten und wichtigen Bergbau dieser Gegenden veranlassen, und, meist enge verbunden mit der Salzbildung, zeigt sich, im Hangenden derselben, ein gewöhnlich rother Kalkstein, der, besonders in den Gebirgen von Aussee, Hallstadt, Hallein, viele Petrefacten enthält und zur Altersbestimmung dieser Gebirge den besten Anhaltspunkt gewährt. Die *Monotis salinaria*, mannigfaltige, eigenthümliche Ammoniten, mit glatter, ganz involuter Schale *(Globosæ* Quenst.) als: *A. Johannis Austriæ*, *Gaytani*, *subumbilicatus*, *tornatus*, *galeiformis*, ferner *Heterophyllen* und der merkwürdige *A. Aon*, *Nautilus*, *Orthoceratiten* und auch *Belemniten*, zahlreiche *Gasteropoden*, *Acephalen*, *Brachiopoden*, zum Theil von ausgezeichneter Erhaltung, sind in diesen Schichten oft dicht gedrängt, und, nach der wahrscheinlichsten Deutung, fallen diese Petrefacten in die Zeit des jüngeren Muschelkalks.

Weiter nordwärts und, bei dem allgemeinen Nordfallen dieser Gebirge, im Hangenden des Muschelkalkes, kommen in den vielen Steinbrüchen von Adnet, gegenüber Hallein, ebenfalls rothe Kalke vor, worin charakteristische Lias-Ammoniten gefunden werden. Es sind vorherrschend *Arieten*, wie *A. Bucklandi*, *Conybeari*, u. a., auch *Capricornier*, *Heterophyllen*, *Falciferen*, ferner *Orthoceratiten* und *Belemniten*. In grauem, dick geschichtetem Kalkstein derselben Folge fand sich bei Reifling im Ennsthal das vollständige Skelet eines *Ichthyosaurus platyodon*.

Eine andere Facies zeigt der Lias auf schmalen Einlagerungen, die, wie Unger gezeigt hat (Jahrb. 1848), auf vier von Ost nach West streichenden, vielleicht durch eine Faltung der Erdrinde zu erklärenden Linien, das österreichische Kalkgebirge durchziehn. Es sind feste, dunkel bis hellgraue Sandsteine, schwarze Thonschiefer und graue Mergel, und meist wechseln damit Flötze von Schwarzkohle, *Alpenkohle* Haid., die bis 1 m. Mächtigkeit haben und mit Erfolg ausgebeutet werden. Der die Kohlen begleitende

Mergelschiefer enthält oft eine Menge von Pflanzenabdrücken, welche in Schwaben und anderwärts im Lias und zum Theil auch im Keuper vorkommen, *Equisetites columnaris*, *conicus*, *austriacus*; *Tæniopteris vittata*; *Alethopteris Whitbyensis*; *Pecopteris stuttgardiensis*; *Sphenopteris patentissima*; *Polypodites heracleifolius*: *Pterophyllum longifolium*, *Münsteri*, *Haidingeri*, *Nilssonia compta*. Die südlichste jener vier Linien streicht durch St. Gallen und Reifling, und in ihr fand sich das erwähnte Saurierskelet; ein zweiter, kohlenführender Streifen zieht durch Gössling und Hollenstein, ein dritter, ebenfalls kohlenführend, durch Gaming, Lindau, Molln, ein vierter folgt der nördlichen Grenze der Kalkalpen durch Gresten, Waidhofen, Grossau. Auf der linken Seite der Salzach lässt sich das Vorkommen des Lias einstweilen nicht mit Sicherheit nachweisen, und auch in den Baierischen und Tyroleralpen kennt man wohl einzelne Stellen, die mit mehr oder weniger Sicherheit hieher gezählt werden, wie Seefeld, Elbingeralp im Lechthale und mehrere von Schafhäutl angeführte Fundorte von Ammoniten; eine Verbindung dieser Stellen unter einander und eine Begrenzung der Liasbildung nach oben und unten ist aber bis jetzt nicht versucht worden.

Es ist wohl anzunehmen, dass in dem breiten Kalksteinzuge der nördlichen Alpen über dem Lias auch Glieder der Oolithbildung vertreten seien. Mit Sicherheit lassen sie sich aber nur an wenigen Stellen und an keiner derselben in klaren Lagerungsverhältnissen nachweisen.

Als dem unteren Oolith entsprechend betrachtet v. Hauer wenig mächtige dunkle Kalksteine, die nahe an der Nordgrenze des Alpenkalks, in der Gegend von Baden, Waidhofen und im Ennsthale zu Tage kommen und *Pholadomya ambigua Sow.*, *Lutraria unionoides Gdf.*, *Thalassites concinna Sow.*, *Pecten textorius*, *Spirifer Walcotti*, *Terebr. decorata* u. a. enthalten. In Tyrol und Süd-Baiern entsprechen dieser Stufe die schwarzen Mergel und Kalksteine, welche Emmerich als *Gervilliaschichten* bezeichnet, mit *Gervillia tortuosa*, *Ostrea explanata*, *Nucula mucronata*, *Terebr. ornithocephala*, *T. pala*, *T. quatuorplicata*.

T. concinna, *T. spinosa*; ferner die Amaltheenmergel von Schafhäutl, zum Theil in hellgraue bis dunkelgraue Platten spaltend, mit *Ammon. amaltheus* und verwandten Arten.

Der in den Westalpen und in der Schweiz so mächtig entwickelte Mitteljura mit Oxfordpetrefacten, der *Kalk der Porte de France*, *Hochgebirgskalk*, *Châtelkalk*, ist bis jetzt in den Ostalpen nur an unterbrochenen, vereinzelten Stellen und, wegen zu geringer Menge organischer Ueberreste nicht mit genügender Sicherheit erkannt worden. Es scheint vorzüglich ein grosser Theil der grauen oder rothen Kalksteine, welche *Aptychus lamellosus* und *Apt. latus*, auch wohl *Belemniten* und *Terebrateln* enthalten, hieher gezählt werden zu müssen. So die Kalksteine am Ostrande des Wienerwaldes bei Hitzing oder S. Veit und Piesting, so ein Terebrateln enthaltender dunkler Kalk in der Gegend von Hallstadt; vielleicht der schöne Encrinitenmarmor von Gaisau, östlich von Adnet; so endlich die in Ammergau und in anderen Thälern der Baierischen Alpen als Wetzschiefer ausgebeuteten grauen und rothen kieselreichen Kalksteine.

Noch jüngere Juraschichten, dem Coralrag oder oberen Weissen Jura angehörend, glaubt Unger im Thale der Enns in Kalksteinen, welche *Terebr. triloba*, *T. vicinalis*, *Amm. lævigatus* u. a. enthalten, v. Hauer in einem Nerineenkalk bei Hallstadt zu erkennen.

Mit grösserer Zuverlässigkeit lässt sich das Vorkommen verschiedener Stufen der Kreidegruppe behaupten; doch beschränkt sich auch für diese unser Wissen auf vereinzelte Fundorte von Petrefacten. Mehrere Formationen scheinen wirklich nur in beschränkter Ausdehnung aufzutreten, andere dem grösseren Theile der Ostalpen ganz zu fehlen.

Man erkennt den unteren Neocomien in grauen merglichten Kalksteinen, welche auf Rossfeldalp den jüngeren Juraschichten des Zinken und Hohen Göll aufgelagert sind, und *Ammonites cryptoceras*, *Astieranus*, *infundibulum*, *heliacus*, *subfimbriatus*, *semistriatus*, *Crioceras Duvali*, *Hamiten* und *Belemniten* enthalten. Dieselbe Formation kommt in der Umgebung von Ischl vor, nach

Westen hin dagegen lässt sie sich einstweilen nicht verfolgen, und erst am Ausgange des Illerthales, in Süd-Baiern, finden wir eine im Alter ihr gleich stehende, obgleich einen anderen Charakter tragende wieder, in der Basis des Gründten, in dunkelgrauen, sandigen Kalkschiefern nnd harten, grün punktirten Kalksteinen, wie sie auch in den westlichen Alpen als Neocomien bekannt sind. Ob, wie unser Profil es andeutet, der untere Neocomien auch tiefer einwärts im Illerthale auftauche, kann erst durch das Auffinden von Petrefacten entschieden werden.

Der Gründten ist auch, von der Schweiz nach Osten hin, das äusserste Gebirge, an dem wir den Rudistenkalk, den Gault und die eigenthümliche Facies der jüngeren Kreide, die in der Schweiz als Sewerkalk bekannt ist, noch deutlich erkennen. In den Salzburger und östereichischen Alpen scheinen die beiden ersteren Formationen ganz zu fehlen.

Dagegen tritt hier die jüngere Kreide in zwei Bildungen von ungefähr gleichem Alter, aber verschiedenartigem Charakter auf, die wir westwärts erst in der Provence wieder antreffen. Die äussersten, steil N fallenden Kalkschichten des Untersberges bei Salzburg enthalten dicht gedrängte *Hippurites cornuvaccinum; Radiolithes Pailleteana, radiosa* u. a.; *Tornatella gigantea*; *Nerinea fleuriausa*, und gehören demnach der Chloritischen Kreide oder dem *Terrain turonien d'Orb.* an. Die Hippuriten erreichen zum Theil Fusslänge und verdrängen beinah den Stein.

Dieselben Lager scheinen auch, aber merglicht und weniger fest, die Grundlage der Gosauformation zu bilden, sowohl in der Gosau selbst, wo ebenfalls Hippuriten, aber meist kleiner, vielleicht *Hipp. sulcatus d'Orb.*, *Tornatellen* u. a. Petrefacten des Turonien vorkommen, als am Untersberg, an der zwischen Grünbach und Piesting aufsteigenden Wienerwand u. a. a. Stellen. Die höheren Massen bestehn vorherrschend aus grauen Mergeln, die in der Abtenau und Gosau, zwischen den älteren Kalkgebirgen, ein Hügelland von ganz tertiärem Aussehn bilden und an der Wienerwand bauwürdige Lager

von Steinkohle einschliessen. Nebst den mehr in der Tiefe vorkommenden Hippuriten und den zuweilen zahllos angehäuften Tornatellen, enthalten diese Mergel eine grosse Menge der mannigfaltigsten Petrefacten von zum Theil sehr guter Erhaltung. In den kohleführenden Mergeln kommen Blattabdrücke vor, *Geinitzia cretacea*, *Pecopteris Zippei* u a., die, nach Unger, dem unteren sächsischen Quadersandstein entsprechen; mehrere Arten von Conchylien, wie *Ostrea vesicularis*, *Inocer. Cripsii*, *I. Cuvieri*, deuten auf das *Terrain senonien* oder die Weisse Kreide; viele Gasteropoden, Acephalen, Zoophyten erinnern an die tertiäre Fauna.

Mit noch grösserer Sicherheit lassen sich zwei Formationen verfolgen, welche meist den äussersten Saum der deutschen Alpen bilden, und an vielen Stellen sich durch eine reiche Fauna oder Flora auszeichnen. Die ältere dieser Formationen ist der Nummulitensandstein, die jüngere der Flysch.

Wir finden im Profil des Illerthales den Nummulitensandstein, als einen dem unteren Grünsand sehr ähnlichen grünen Sandstein, am Südabfall des Gründten bei Sonthofen. Mit dem grünen Eisensilicat ist hier auch oolithischer Rotheisenstein verbunden, der mit Vortheil abgebaut wird. Als Petrefacten kommen, nebst *Nummuliten*, auch *Pectiniten*, *Spondylus*, *Terebrateln*, *Crustaceen*, *Echiniten* vor. Weiter östlich zeigt sich die Formation bei Enzenau, zwischen Benedictbaiern und Tölz gelegen, und am Inn, zwischen Rosenheim und Neubaiern. Sie enthält hier untergeordnete Lager einer kleinkörnigen Kalkbreccie, die dem Kalk von Mosciano bei Florenz, oder von Gassino an der Superga ähnlich ist und in München, als *Granitmarmor*, häufig zu architektonischer Verziernng benutzt wird. In dem Durchschnitt des Salzachthales erscheint der Nummulitensandstein, ausgezeichnet durch Reichthum an Petrefacten und zum Theil auch durch bauwürdige Eisenerze, auf beiden Seiten des Thales; im Westen der Salzach, bei Adelholzen, Siegsdorf und Neukirchen, wo vorzüglich die Mergel des Kressenberges einen reichlichen Ertrag mannigfaltiger Eocenpetrefacten geliefert haben. Im Osten des Stromthales, zu Mattsee, auf

beiden Seiten der in den Trumsee hinausragenden Landzunge. — In Oestereich und in den Umgehungen von Wien verliert man die Spuren dieser Bildung. Nach v. Morlot wäre der Leithakalk als eine andere Facies derselben zu betrachten; eine eigenthümliche Kalksteinbildung, welche südöstlich von Wien dem Gneis und Alpenkalk des Leithagebirges aufsitzt und auch weiter südlich in dem Hügelland von Steiermark und Ungarn verbreitet ist. Die Charaktere des Leithakalks sind von denjenigen des Nummulitensandsteins von Salzburg sehr abweichend. Es ist ein weisser oder gelblicher, meist lockerer, knolliger und zuweilen erdiger Kalkstein, zuweilen auch fest und als sehr geschätzter Baustein vielfach ausgebeutet, aus kleinen Foraminiferen und Korallentrümmern oder Kalkknollen zusammengehacken und organische Ueberreste enthaltend, welche, wie *Pecten latissimus*, Zähne von *Mastodon angustidens*, *Dinotherium giganteum* und viele Fischzähne, ihn mehr dem jüngeren Tertiärgebirge gleich stellen.

Die starke Vegetation, die den leicht zertrümmernden Flysch meist bekleidet, ist dem Verfolgen desselben wenig günstig. Im mittleren Illerthale bildet er bis nach Oberstorf gerundete, meist bewachsene Gebirgsreihen. Er scheint beträchtlich verbreitet zwischen Nesselwang und Füssen und in dem grossen Jagdbezirk zwischen dem unteren Lechthal und Loisachthal, wo die charakteristischen *Fucoiden*, sowohl in der Nähe von Trauchgau, als am Trauchberg selbst gefunden werden. Die Bildung mag wohl auch vom Loisachthal ostwärts fortsetzen. Unter der von Lill gewählten Benennung, *Sandstein von Högl*, findet man sie auf beiden Seiten der Salzach unterhalb Salzburg; sie enthält besonders bei Bergheim einen grossen Reichthum mannigfaltiger Fucoiden, als:

Fucoides æqualis Brg., *Münsteria Hæsii Sternb.*
— *intricatus* — . — *flagillaris* —
— *furcatus* — — *geniculata* —
— *Targionii* —

Nach den Karten der östereichischen Geologen setzt die Bildung, fast ohne Unterbrechung, zwischen dem Kalkgebirge und der Molasse gegen Wien fort und ist hier als *Wiener-*

sandstein bekannt. Dass der fucoidenreiche Sandstein und Schiefer der Steinbruche von Sievering, am Fuss des Kahlenberges bei Wien, identisch sei mit dem Flysch der Fähnern in Appenzell, des Gurnigels, und mit dem toscanischen Macigno möchte ich nicht bezweifeln. Es ist aber leicht möglich, dass hier, wie anderwärts, auch ältere jurassische Bildungen mit dem Flysch vereinigt worden sind, weil der petrographische Charakter der Steinarten keine Unterscheidung angab, und ähnliche, wenn nicht identische Fucoidenarten in verschiedenen Formationen auftreten.

Neuere Bildungen.

Die jüngere Tertiärbildung begleitet von der Schweiz her die Alpen durch Baiern, Salzburg und Oestereich bis nach Wien, verbreitet sich von hier an auch gegen Mittag, längs dem Ostabfall der Alpen gegen die Niederungen von Wien und Grätz, und folgt dem Laufe der Mur und der Drau nach Ungarn. — Der paläontologische Charakter scheint ausschliesslich, oder doch vorherrschend marin, und ausgedehnte, mächtige Süsswasserbildungen, wie sie im südlichen Frankreich und in der Schweiz bekannt sind, werden nicht angeführt. Einen grossen Reichthum mannigfaltiger und vorzüglich erhaltener mariner Conchylien besitzt die Umgebung von Wien.

Die Steinart erscheint bis nach Oestereich hin in der Regel als gewöhnliche Molasse und Muschelsandstein. In grosser Ausdehnung bildet Nagelfluh das Hügelland des Bregenzerwaldes bis an das Illerthal; sie erscheint auch noch nördlich von Salzburg, in der Gegend von Vöcklabruck, in S fallenden Lagern, aber beschränkt, und auch weiter östlich tritt sie in grösseren Massen nicht mehr auf. Dagegen werden, bei Linz und noch mehr bei Wien, sandige graue Thone, sogenannte Tegel, sehr mächtig, und, wie in Mittel-Italien, liegen sie, in oft nicht durchsunkener Mächtigkeit, in der Tiefe, und werden bedeckt von Sand und Sandstein. Die gewöhnliche Molasse zeigt sich in dem Hügelland von Grätz, Radkersburg, Pettau als herrschende Steinart. — In Baiern und Oestereich enthält die Molasse Einlagerungen von Braunkohle, die häufig

ausgebeutet werden. Es scheint aber, in den geologischen Beschreibungen dieser Gegenden, die der Molasse angehörende Pechkohle nicht immer von der diluvialen, in der Form platt gedruckter Stämme und Stengel auftretenden Braunkohle getrennt zu werden.

In auffallendem Gegensatze mit den westlichen Alpen enthalten die Ostalpen auch in ihren inneren Thälern Ablagerungen des jüngeren Tertiärgebirges. Besonders am Ostrande der Alpen erscheint die Molasse in vielen Thälern, rings umschlossen von älteren Gebirgen, und auf mehrere tausend Fuss von einander abweichenden Niveaux; öfters mit Braunkohlelagern, wie im Gebiete der Mur bei Aflenz, Parschlug, Leoben; zum Theil, wie besonders bei Parschlug, reich an Blattabdrücken, welche eine Flora anzeigen, die mit der im südlichen Theile von Nordamerika herrschenden verglichen werden kann.

Die neueren Kies- und Sandbildungen, obgleich nach ihrer petrographischen Beschaffenheit nicht wesentlich verschieden von denjenigen der Schweiz und der westlichen Alpen, zeichnen sich aus durch meist weit grössere Mächtigkeit. Schon ausserhalb der Alpen, in den flacheren Gegenden von Süd-Baiern, erstaunt man über die grosse Tiefe, zu welcher die meisten Ströme sich in die allgemeine Kiesdecke eingegraben haben, ohne doch die Grundlage des Kieses zu erreichen. Bei Salzburg und aufwärts bis Golling hat die Erosion die frühere Kiesdecke bis auf die mauerähnlichen Felsriffe des Mönchsbergs, des Schlosses Herrenhausen und der Kirche St. Niklaus bei Golling abgetragen. Ohne diese Ueberreste würde niemand ahnen, dass einst die breite Thalfläche wohl über 50 m. hoch mit Kies bedeckt gewesen sei. — Im Inneren der Alpen finden wir noch weit grössere und meist besser erhaltene Schuttmassen. Bei Innsbruck ist, wohl 100 m. über dem Thalboden, eine feste Kalk- und Dolomitbreccie mit röthlichem Bindmittel, in klafterdicken, horizontalen Bänken, dem nördlichen Kalkgebirge angelagert und dient als ein vortrefflicher Baustein. Es ist ein älteres Diluvium, vielleicht gar eine tertiäre Bildung, und offenbar einst über einen grossen Theil des Thales verbreitet gewesen. Ueber dieser Breccie liegt das gewöhnliche graue

Kiesconglomerat in einer ebenfalls seltenen Mächtigkeit und Verbreitung; denn, bis auf die Höhe des Brenner's, bedeckt es fast überall den anstehenden Fels, und an den 60 bis 80 m hohen Aufrissen lässt sich deutlich der Wechsel von Kies und Sand, mit horizontaler Schichtung, wahrnehmen. Im Pustertbale durchschneidet die neue Kunststrasse, zwischen Brunecken und Wellsberg, ein wohl auch bei 40 m. hohes, horizontal geschichtetes Diluvium, das den ganzen Thalboden bedeckt und nur in engen Schluchten den Gebirgswässern einen Ausweg gestattet. Die Erosion ist hier noch weniger weit als im Innthale vorgeschritten.

Südliche Nebenzone.

Wenden wir uns, auf der anderen Seite der Mittelzone, zu dem südlichen Kalksteingebirge, so begegnen wir auch hier, zunächst am Rande der krystallinischen Schiefergesteine, Streifen von Rothem Sandstein und Conglomerat, welche die Grundlage der Petrefacten führenden Sedimente bilden. Man sieht diese rothen Sandsteine bei Piccolein, am Ausgang des Gaderthales, bei Innichen im Pusterthale, und in einem langen Streifen lassen sie sich längs der Gail verfolgen, bis nahe an ihren Zusammenfluss mit der Drau bei Villach. Oestlich von Klagenfurt findet man sie wieder bei Greifen und Lavamünd, und auch im Inneren der Kalkzone, in den Umgebungen von Agordo, Idria, und an anderen Stellen treten sie hervor. In der Nähe des Südrandes, bei Recoaro, ist, wie bei Agordo, mit dem rothen Sandstein zugleich der unter ihm liegende Thon- und Glimmerschiefer hervorgestossen worden. Die zunächst auf diesem Sandstein liegenden Formationen sind bis jetzt vorzugsweise in den Gebirgen zwischen dem Eisackthal und der Ampezzostrasse, und in einem Theile der vicentinischen und altvenetianischen Gebirge genauer bekannt geworden. Es folgt auf den Sandstein, nach der Höhe zu, ein grauer Kalkstein, oft von beträchtlicher Mächtigkeit und deutlich stratificirt, worin, sowohl an den Abhängen der Seisseralp, als bei Agordo und Recoaro, unzweifelhafte Muschelkalkpetrefacten vorkommen, wie *Encrinites liliiformis* und *gracilis*, *Trigonia vulgaris*, *Terebr. vulgaris*, *Trigonella*

decurtata, nebst mehreren eigenthümlichen oder unbestimmbaren Arten, wie die häufigen *Posidonien* (*Pos. socialis* und *Claræ)* und *Myaciten*.

Ueber dem Muschelkalk liegt, in den Thälern von Zoldo, Agordo, im Gaderthal und an der Seisseralp, eine mächtige Folge Schwarzer Sandsteine, zum Theil in schwarzen Porphyrtuf übergehend, und wohl auch Augittheile einschliessend. Mit denselben wechseln feste Kalk- und Mergelschiefer, die an mehreren Stellen mit organischen Ueberresten ganz bedeckt sind. Theils sind es unbestimmbare Pflanzentheile, theils die grossstrahlige *Halobia Lommelii* (Schichten von Wengen), theils *Posidonia Wengensis* u. a. Bivalven. — In der obersten, merglichten Abtheilung dieser Stufe findet man, auf den Alpen oberhalb S. Cassian, die mannigfaltigen Petrefacten, *Ammoniten*, *Orthoceren*, *Gasteropoden*, *Acephalen*, *Echinodermen*, *Krinoiden*, welche den Hauptreichthum der fossilen Fauna dieser Gegenden ausmachen und, in mehreren charakteristischen Species, sowohl mit der Fauna von Hallstadt und Aussee, als mit derjenigen des Muschelkalks Uebereinstimmung zeigen, grösstentheils aber ausserhalb dieser Gebirgsgruppe sich bis jetzt nicht wiedergefunden haben.

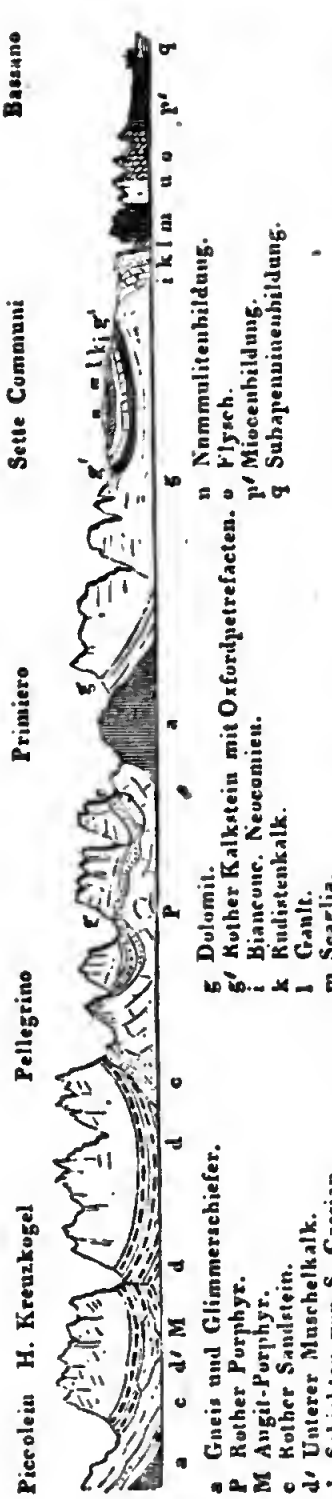
In auseinander gerissenen nackten Felsstöcken erhebt sich endlich über diesen, meist mit Vegetation bedeckten, in ausgedehnten Alpflächen verbreiteten Bildungen, der Dolomit, oft ohne deutliche Schichtung und ohne organische Ueberreste, eine mehrere tausend Fuss mächtige, krystallinisch körnige Steinmasse. In grosser Breite und Mächtigkeit erstreckt sich diese Felsdecke bis nahe an den Südrand der Zone. Der grössere Theil des Etschthales wird, von Trient abwärts, durch Dolomitmauern begrenzt; der lange Engpass von Agordo nach Belluno, das obere Cordevolethal sind in diese Steinart eingeschnitten. Weiter östlich erleidet sie eine Unterbrechung. Gerundete, meist bewachsene Gebirge, wahrscheinlich den S. Cassian-Mergeln und -Sandsteinen angehörend, erfüllen grossentheils den Raum zwischen den grossen Alpenstrassen, die über Ampezzo und über Pontebba nach Italien führen, und erst am Prediel erinnern die nackten, kühn geschnittenen Fels-

gestalten, umgeben von dolomitischem Sand und Schutt, wieder an Fassa und Buchenstein.

Am Südrande der Venetianeralpen finden wir, nach Maraschini, Catullo und Zigno, auch die jünger secundären und tertiären Glieder der Formationsreihe wieder. Den Dolomit bedeckt, schon bei Trient, dann auch in Val Arsa, bei Belluno und anderwärts, ein geschichteter, grauer bis fast weisser Kalkstein, der nach oben hin als deutlicher Oolith erscheint, mit z. Th. erbsengrossen, dichten Kügelchen und Knollen. Ueber diesem Oolith, oder auch unmittelbar auf dem Dolomit, liegt Rother Kalkstein, oft mit rothen Hornsteinknauern, welcher *Ammoniten*, *Belemniten* und *Aptychus* des Mittleren Jura (Kellowayrock und Oxfordthon) einschliesst, und nach der Höhe übergeht in einen weissen, dichten Kalkstein mit muschligem Bruch, den *Biancone* oder *Marmo Majolica*, der ebenfalls *Ammoniten* und *Belemniten*, aber auch *Crioceratiten*, *Inoceramen* und *Echinodermen* enthält, die ihn als Neocomien charakterisiren.

Oestlich von Belluno, am Joche Piné der Gebirge von Alpago, hat Catullo einen weissen krystallinischen Kalkstein auf grauem, Terebrateln führendem Kalkstein aufliegend gesehen. Dieser weisse Kalkstein enthält *Sphæruliten*, *Hippuriten*, *Acteonellen*, und man glaubt demnach ihn dem oberen Neocomien oder Rudistenkalk parallel setzen zu können.

Im Durchschnitt der Piave aber, unterhalb Feltre, liegt unmittelbar auf dem Biancone ein vielleicht der Gaultstufe entsprechendes System von grauen, schwarze Feuersteine einschliessenden Kalkschichten, die erst mit Macigno ähnlichen Sandsteinen, dann mit grauen Mergeln abwechseln, und eine Menge Fucoiden einschliessen. Auf diese erst folgt dann die rothe *Scaglia*, mit Petrefacten der jüngeren Kreide, und in niedrigeren Hügelzügen dem südlichen Fuss des Kalkgebirges folgend. Nach petrographischen Merkmalen ist diese rothe Scaglia mit Kreidepetrefacten, besonders Echinodermen, kaum von dem jurassischen rothen Ammonitenkalk zu unterscheiden, und beide sind häufig verwechselt worden. Dem letzteren möchten



vorzugsweise die rothen Kalksteine angehören, die bei Belluno, in den Sette Communi, am M. Baldo und tiefer einwärts im Gebirge unmittelbar dem Dolomit aufliegen und denselben bis auf die oberen Rücken der Ketten und Hochflächen begleiten, wahrer Scaglia der Kreidezeit dagegen die rothen Kalksteine, die sich am äusseren Rande des Gebirges, oder am Rande der von ihm umschlossenen tertiären Becken halten, bei Schio, Possagno, Feltre.

Das nebenstehende Profil mag diese Verhältnisse in besserer Uebersicht darstellen. Der südliche Theil desselben ist der trefflichen Darstellung von Murchison entnommen.

Einen westlicheren Durchschnitt des Südrandes, der die petrefactenreichste Gegend des Nummuliteukalks durchzieht, hat Massalongo (La Valle del Progno, 1850.) gegeben. Bei Velo und Campo Fontana, an den Quellen des Stromes von Illasi, der bei Zevio in die Etsch fällt, liegt über dem Kalk und Dolomit des südlichen Tyrols der Rothe Ammonitenkalk mit *A. viator*, *A. tatricus*, *A. Homairei*, *A. Chauvinianus* u. a. Ueber demselben folgt, bei Saline, Badia Calavena, Tregnago, der *Biancone*, mit Petrefacten der älteren Kreide, *Ammon. Grassianus*, *A. semistriatus*, *A. neocomiensis*, *Ancyloceras dilatatum*, *Crioceras Villiersianum*, *Terebr. triangulus*. Dann erscheinen weisse und rothe Kalkbänke, z. Th. sandig oder bituminös,

und über diesen, bei Tregnago, als jüngere Kreide, die rothe und weisse *Scaglia* mit *Spatangus cor anguinum*, *Ananchytes pustulosa*, *Terebrateln* u. a. Die ostwärts vom Illasistrom liegenden Gebirge und Hügel, von M. Purga di Velo abwärts bis Caldiero, am Rande der Ebene, gehören dem Nummulitenkalk an. Hier finden wir, im Norden, den reichen Fundort des M. Bolca, von wo man bis jetzt 139 eocene Fischspecies besitzt, und nun durch Massalongo auch über 100 Pflanzen, meist Fucoiden, kennen lernt. Hier liegen, weiter abwärts und gegen Vicenza zu, die den Sammlern wohl bekannten Stellen von Ronca, Castelgomberto, Montecchio-Maggiore, mit ihrer mannigfaltigen Fauna von Nummuliten, Gasteropoden, Acephalen, Zoophyten. Das jüngere Tertiärgebirge aber fehlt, und die eocenen Hügel grenzen unmittelbar an die Ebene.

Die Eocenbildungen entwickeln am Südrande eine neue Facies. In ihrem tieferen Theile treten Kohlenlager auf, von oft bedeutender Mächtigkeit, begleitet von Thonen und Mergelschiefern, welche eine reiche, der australischen analoge Flora, und auch wohl Insecten, Fischabdrücke und andere organische Ueberreste einschliessen. Ein isolirtes, bis auf die neueste Zeit räthselhaft gebliebenes Vorkommen dieser Art liegt noch auf der Nordseite der Mittelzone, bei Häring im unteren Innthale, wo Hügel von Kalkconglomeraten, Mergel- und Thonlagern, mit Einlagerungen von Kohle, mit Pflanzen, Süsswasser- und marinen Conchylien, sich an die Thalwände des älteren Alpenkalks anlegen. Auf der Südseite entspricht diesem Vorkommen dasjenige von Guttaring und Althofen, im Norden von Klagenfurt. Die Kohlenmergel liegen hier unmittelbar auf den krystallinischen Schiefern und werden bedeckt von Nummulitenkalk, welcher eocene Conchylien einschliesst. Einen grösseren Reichthum, besonders an Pflanzenabdrücken, zeigen die Kohlenmergel, welche von Ungarn her nach Krain und den venetianischen Provinzen fortstreichen. Dahin gehören, zu Radoboj in Kroatien, die Kohlenlager, die sich an den Dolomit des Matzelgebirges anlehnen und von Molasse ähnlichen Sandsteinen, Muschellagern und Schwefelknollen einschliessendem Mergelkalk, mit Abdrücken von Pflanzen,

Insecten, Fischen, bedeckt werden; in Untersteyer die Kohlenlager von Studenitz und Sotzka; in Krain die vorzugsweise durch Pflanzenreichthum ausgezeichneten von Sagor; in Istrien diejenigen von Albona und Carpano.

Fucoidenschiefer, analog dem Sandstein von Högl und Bergheim, scheint im Vicentinischen über dem Nummulitenkalk nicht vorzukommen. Er zeigt sich jedoch, mit den gewöhnlichen Fucoiden, als äusserste Bekleidung des Kalkgebirges, an dem Hügel von Bergamo und in der Umgebung der Stadt. Wir kennen ihn, in weiter Verbreitung, als jüngste, dem Nummulitenkalk aufgelagerte Bildung, an dem Abfalle des Karsts gegen Triest und in Istrien.

Zu den Schichtungsstörungen der Formationsfolge, die in der nördlichen Kalkzone vorzugsweise eine Wirkung des von der Axe des Alpensystems ausgegangenen Seitendrucks zu sein scheinen, sind in der südlichen noch die Verwicklungen der die stratificirten Massen durchbrechenden oder emportreibenden Granite, Porphyre, Basalte, getreten. Es gehören diese eruptiven Gesteine in die östliche Fortsetzung der Granit- und Porphyrzone, welche von Biella an, durch den italienischen Seebezirk, am Südrande der Schweizeralpen durchstreicht.

Granite, die mit denjenigen von Val Gana und Lugano zusammengestellt werden können, treten nur sparsam hervor. Wir zählen dahin die isolirte Granitmasse der Cima d'Asta, zwischen V. di Fiemme und V. Sugana, und die wundervollen rothen Granite bei Predazzo, die am M. Mulatto gangartig in das höhere schwarze Trappgestein aufsteigen. Weiter östlich scheint erst wieder südlich von Bleyburg, zwischen Windisch-Kappel und Windisch-Grätz, Granit aufzutauchen, wenn je das eigenthümliche, zwischen Granit, Diorit und Trachyt schwankende Gestein mit den entschiedenen Graniten der Cima d'Asta zusammengestellt werden darf.

Der rothe Quarzporphyr hält sich vorzüglich in der Nähe der südlichen Grenze der Mittelzone. Wo der rothe Sandstein nicht unmittelbar dem krystallinischen Schiefer aufgelagert ist, bildet rother Porphyr seine Grundlage. So bereits südlich von S. Pancraz, im unteren Ultenthal;

in mächtiger Verbreitung dann auf der Ostseite der Etsch, von Meran bis in die Nähe von Trient, im Thale der Eisack, in Gröden und Fassa. Der schauervolle Kunterswe g, in enger Schlucht zwischen himmelhohen Porphyrmauern, zeigt das Gestein in allen Abänderungen. Eine mächtige Partie greift nördlich von Brunecken bis nahe an die Axe des centralen Gneisgebirges ein, und noch bei Tilliach, am Ursprung der Gail, hat v. Buch den rothen Porphyr unter dem rothen Conglomerat zu Tag gehend gefunden. Weiter östlich aber verlieren sich die Spuren dieser Steinart. Die Porphyre von Raibl und Maria Luschari tragen einen anderen Charakter. Quarz scheint ganz darin zu fehlen, aber auch Augit ist ihnen fremd; es sind reine Feldsteinporphyre, wie sie auch in den Umgebungen von Agordo sich zeigen. So auch die Porphyre, die häufig als Geschiebe in der Idriza vorkommen, und deren Steinart Hagquet in der Gegend von Zirklach aufgefunden hat.

Der schwarze Augitporphyr zeigt sich in grosser Entwicklung in den Umgebungen von Schio und Recoaro, wo er jedoch wohl nicht überall von dem jüngeren Dolerit und Basalt unterschieden worden ist. Seine vornehmsten, classisch gewordenen Lagerstätten sind aber die Gegenden von Predazzo, Fassa, Seisseralp, Gaderthal und Agordo. Es scheinen hier merkwürdige, einer näheren Untersuchung in hohem Grade würdige Uebergänge in *Gabbro*, *Syenit*, *Granit* statt zu finden; die *Mandelsteine* und *Tufe*, reich an mannigfaltigen *Zeolithen*, stehen in enger Verbindung mit den schwarzen Halobiensandsteinen des Muschelkalks; die angrenzenden Kalksteine und Mergel haben an vielen Stellen tief greifende Umwandlungen in *weissen Marmor*, *Idokrasfels*, *Serpentin* und *Feldstein* ähnliche Steinarten erlitten. Die mächtigsten Eruptionen scheinen in die Zeit des jüngeren Muschelkalks, oder der Halobienschiefer zu fallen; zugleich kommen aber auch Gänge von Dolerit vor, welche, wie vielleicht auch ein Theil des Augitporphyrs selbst, einer jüngeren Epoche angehören mögen.

Basalt und basaltische Tufe sind vorzugsweise in der Zone und während der Ablagerung des Nummuliten-

kalks hervorgetreten. Beide Steinarten wechseln mit einander in dem Hügelland, das sich nördlich von Vicenza und Verona an das höhere Gebirge anlehnt, und die basaltischen Tufe sind oft eben so reich an organischen Ueberresten, als die Grobkalklager. Mehrfache Ausbrüche haben auch am nördlichen M. Baldo statt gefunden.

Die jüngeren Tertiärbildungen sind am Südrande, zwischen der Brenta und der Piave, von Murchison näher untersucht worden. In den unmittelbar und gleichförmig dem Nummulitenkalk aufgelagerten Massen von Sandstein, Mergel und Kalkstein glaubt Murchison die organischen Ueberreste von Bordeaux wieder zu erkennen, wodurch dieselben den Schichten der Superga näher gerückt würden. Noch höher folgen Conglomerate mit Lagern von gelbem Sand und blauem Mergel, welche die Species der subapenninischen Hügel einschliessen. Es beschränken sich jedoch diese Bildungen auf eine schmale Zone, die sich bald unter den Kies- und Thonmassen der Ebene verliert.

DER JURA.

Wenn man strenge an dem Princip festhält, dass die Molasse nur am äusseren Saume der Alpen auftrete, so dürfen die Kalkreihen, die westlich von der Molasse liegen, nicht mehr als alpinische gelten, und der erste Anfang des Jura muss dann in dem schmalen Hügelzug von Neocomien gesucht werden, der zwischen Voreppe und Mairan sich von dem südlichen alpinen Kreidegebirge lostrennt, und gegen Nord fortsetzt. Bei Les Echelles trennt sich ein neuer Höhenzug ab, östlich von dem vorigen, von dem Kalkgebirge der Grande Chartreuse ebenfalls durch Molasse getrennt, und ohne Unterbrechung in die entschieden jurassische Kette des M. du Chat fortsetzend, und diesen vorzüglich haben wir als den Keim des nun immer weiter von den Alpen sich abscheidenden Jurasystems zu betrachten.

Der erst noch schmale Streifen von Molasse gewinnt

gegen Chambery zu an Breite und hängt, meist von jüngeren Bildungen bedeckt, wohl unmittelbar zusammen mit dem Molassegebiet, das sich, östlich von Aix, über Mouxi, Alby und Rumilly nach dem Genfersee und dem schweizerischen Hügelland ausdehnt. Zugleich auch tritt hier das Jurasystem in voller Entwicklung auf, als eine wellige Verbindung paralleler, langgedehnter Gebirgs- und Hügelketten, die zwischen Aix und der Ebene von Lyon sogleich eine Breite von 50 Kilom. oder fast 10 Meilen zeigt, und worin die verschiedenen Altersstufen der jurassischen Kreide- und Oolithbildungen in der Regel einen durch die organischen Ueberreste und die Beschaffenheit der Steinart fest bestimmten Charakter tragen.

Macigno, Nummulitenkalk und die jüngere Kreide fehlen dem Jurasystem. Als oberste Secundärbildung tritt fleckweise der Gault oder Grünsand auf; wie in Dauphiné und Provence, und wie oft auch in den nahen Alpen, als hellgrüner Sandstein von geringem Zusammenhalt, mit zahlreichen und mannigfaltigen Petrefacten. Unter ihm, oder unmittelbar unter der Molasse, liegt der Rudistenkalk, ebenfalls nicht wesentlich von dem alpinischen abweichend, und wie dieser oft felsigte Abstürze bildend, weiss, zuweilen fast kreideähnlich, auch oolithisch, mit Caprotinen und Radiolithen. Tiefer folgt der Neocomien. Es sind erst dichte gelbe Kalksteine, von unebenem Bruch, auch rogensteinförmig und Körner von Eisenoxydhydrat einschliessend, oft auch gelbe Sandsteine mit grünen Körnern; dann folgt eine oft mächtige Stufe abwechselnder Lager von gelbem oder weissem Kalkstein und grauem Mergel, mit den Petrefacten des tieferen Neocomien anderer Gegenden; in der Grundlage findet man gelbe oder braune, dichte Kalksteine und Mergel, oft sehr eisenschüssig und Nester von Eisenrogenstein oder Knollen von Bohnerz einschliessend.

Die wesentliche Verschiedenheit des jurassischen von dem alpinen System, die in dem durchgehenden Ausbleiben der eocenen und jüngeren Kreide-Bildungen im Gebiete des Jura sich zeigte, in den älteren Kreidebildungen aber zu verschwinden schien, tritt in voller Stärke wieder hervor in der Oolithgruppe.

Die Oolithfolge beginnt, theils unter dem Neocomien, theils unter jüngeren Bildungen, am häufigsten in zerklüfteten, den Gebirgskamm krönenden, nackten Felsen, mit dichten weissen Kalksteinen, die leicht mit dem Rudistenkalk verwechselt werden könnten, oft auch mit krystallinischem Dolomit verbunden sind. Es ist der weit verbreitete Weisse oder Obere Jurakalk, dessen Armuth an organischen Ueberresten es oft unentschieden lässt, ob man ihn als Portlandkalk, oder als Korallenkalk betrachten solle. Er entspricht den *plumpen Felsenkalken* in Würtemberg, der *Corallienstufe* oder dem *Calcaire à Astartes* und *à Nerinées* im französisch-schweizerischen Jura. Tiefer folgen, als Oxfordstufe, graue oder gelbe, merglichte Kalksteine oder Mergel, in der Höhe oft Kieselknauer einschliessend, das *Terrain à chailles* Thurm., tiefer Spongien und Scyphien enthaltend, das *Terrain Argovien* Marcou, und dieses ruht auf einem, öfters als Erz benutzten Eisenrogenstein, durch die Menge seiner Petrefacten, besonders Ammoniten, ausgezeichnet und dem *Callovien* d'Orb. oder *Kelloway-rock* entsprechend. Der Untere Oolith ist vertreten durch braune und blaue, zum Theil merglichte Kalksteine und Mergel, mit den gewöhnlichen Petrefacten dieser Stufe. Er tritt jedoch wenig hervor, und die Hauptmasse der Ketten besteht aus den jüngeren Oolith- und Kreidebildungen. Den Lias findet man erst an der Westgrenze des Systemes.

Der Durchschnitt der zwei Juraketten, welche den See von Bourget einschliessen (Seite 105) lehrt beinahe alle im südlichsten Jura vorkommenden Formationen kennen. Am Ufer der Rhone, bei Channaz, am nördlichen Ende der Kette des Mont du Chat, sieht man die tiefsten Lager dieser Kette, den Unteren Oolith, entblösst. Es sind dickere, mit 45° nach O fallende Kalkbänke f, die mit merglichten, graulich gelben Kalklagern abwechseln und in Menge *Terebr. spinosa* enthalten. Sie bilden eine kaum 20 m. über Channaz erhöhte Terrasse, auf welcher die Gruben des Eisenrogensteins g liegen, und die aufgehäuften Erze liefern in wenig Zeit eine reiche Sammlung von *Ammoniten*, *Belemniten*, *Pleurotomarien*, *Pholadomyen*, *Terebrateln*

u. s. w. Etwas südlicher liegt auf dem Eisenrogenstein, und zum Theil noch damit verwachsen, ein bräunlich grauer Kalk mit Scypbien g″, der hier nur geringe Mächtigkeit bat. Durchschreitet man die Terrasse bis an das höhere Gebirge, so findet man, in den gegen dasselbe ansteigenden Weinbergen, die Oxfordmergel g′, grau, schiefrig, vereinzelte Terebrateln einschliessend, und ehe man den felsigten Kamm des Hügels erreicht, zeigen sich gelbe und graue Kalksteine mit Chailles h; der Kamm selbst besteht aus Dolomit b′. Besser entblösst sind diese jüngeren Bildungen an der schönen Kunststrasse, die über Mont du Chat führt. Die wenig dicken Schichten des Knauerkalks h sind hier wellenförmig gekrümmt, wie man es selten im Jura findet. Auf der Höhe zeigt sich der nackte, weisse oder gelbe Dolomit h′, einem kleinkörnigen Sandstein ähnlich. Dann folgen nach der Ostseite hin weisse Kalksteine, dicht, oder in erbsengrossen Oolithen, mit Nerineen und vielen Korallen, und im Niedersteigen nach dem See durchschneidet die Strasse vielfach die verschiedenen Stufen des Neocomien i, den Rudistenkalk k und die unmittelbar diesem angelagerte Molasse q. Es hat nämlich die Störung der Schichtenlage, durch welche der Kalksteinboden zu Gewölbketten aufgerichtet wurde, hier überall die Molasse auch betroffen. Ihre Lager lehnen sich mit steilem Fallen an die Abhänge der den Bourgetsee einschliessenden Ketten. Bei Alby stehn sie vertical, und weiterhin sind sie zikzakförmig gefaltet. Es lässt hieraus allerdings sich der Schluss ziehen, dass ein bedeutender Seitendruck statt gefunden habe, dass demnach der Raum zwischen den Alpen und dem Jura, der hier fast zu einer Linie geworden ist, ursprünglich beträchtlich breiter gewesen sei.

Nach der vortrefflichen Darstellung von Marcou (Mém. de la Soc. G. 1848) zeigt der südlichere französische Jura von unten nach oben folgende Gliederung:

1. Lias.

Unterer Lias.

a. ***Lias inférieur.*** Calcaire à Gryphæa arcuata Thurm.; Gryphitenkalk Merian. Etage Sinemurien d'Orb.

Dunkel blaulich grauer dichter Kalkstein, zuweilen merglicht; die deutlichen, wenig dicken Lager durch schiefrige Mergel getrennt. Das oberste Lager ein Lumachell von Pentakrinitengliedern.

Mittlere Mächtigkeit 6 m.

Belemnites acutus Miller. Pecten textorius Goldf.
Nautilus intermedius Sow. — disciformis Ziet
Ammonites psilonotus Qu. Cardinia concinna Ag.
— Bucklandi Sow. — securiformis Ag.
— kridion Hehl. Pleuromya striatula Ag.
Gryphæa arcuata Lam. Pentacrinus basaltiformis Mill.

Mittlerer Lias.

a. *Marnes de Balingen.* Marnes à Gryphæa cymbium Moreau. Lias supérieur Thurm. Etage liasien d'Orb. Blaulich graue Mergel und Kalksteine, unter sich abwechselnd, nach der Höhe zu der Mergel vorherrschend. Kleine verkieste Ammoniten, grosse Menge von Belemniten und Gr. cymbium.

Mittlere Mächtigkeit 10 m.

b. *Calcaire à Belemnites.* Marnes à Belemnites Marcou. Lias supérieur Thurm. E. liasien d'Orb.
Merglichter Kalkstein, äusserlich gelb, im Inneren hellblau.

Mittlere Mächtigkeit 1 m.

c. *Marnes à Ammonites amaltheus.* Lias supérieur Thurm. Marlysandstone. E. liasien d'Orb.
Graue, gelbe, zuweilen schwarze Mergel, ohne Zwischenlager von Kalk.

Mittlere Mächtigkeit 10 m.

d. *Marnes à Plicatules.* Lias supérieur Thurm. Marlysandstone. E. liasien d'Orb.
Graue, sandige, glimmerige Mergel, abwechselnd mit sandigen Kalksteinen.

Mittlere Mächtigkeit 6 m.

Belemn. acutus Mill. *Belemnites Fournelianus d'Orb.*
— Bruguierianus d'Orb. *Ammonites spinatus Brug.*
— umbilicatus Blainv. *— Turneri Sow.*

Ammon. raricostatus Ziet. *Pecten æquivalvis Sow.*
— *amaltheus Schlot.* *Plicatula spinosa Sow.*
— *Davœi Sow.* *Terebratula variabilis Schl.*
Gryphæa cymbium var. — *numismalis Bronn.*
ventricosa Goldf.

Oberer Lias.

a. *Schistes bitumineux.* Schistes de Boll. Lias supérieur Thurm. Posidonienschiefer Quenst. E. toarcien d'Orb.
Schwarze oder graue, dünnschiefrige Mergel, bituminös.
Mächtigkeit 2—3 m.

b. *Marnes de Pinperdu.* Marnes à Trochus. Lias supérieur Thurm. E. toarcien d'Orb.
Unklar schiefrige, graue, glimmerige Mergel mit Knollen von Schwefelkies.
Mächtigkeit 15 m.

c. *Grès superliasique.* E. toarcien d'Orb.
Sandstein mit kalkmerglichtem Cement.
Mächtigkeit 4 m.

Belemn. irregularis Schl. *Ammonites discoides Ziet.*
— *compressus Blainv.* — *binus d'Orb.*
— *unisulcatus* — — *Levesquei d'Orb.*
Ammon. Thouarsensis d'Orb. *Trochus duplicatus Sow.*
— *radians Schl.* — *vesuntinus Thurm.*
— *Masseanus d'Orb.* *Pecten paradoxus Munst.*
— *opalinus Rein.* *Arca inæquivalvis Goldf.*
— *Aalensis Ziet.* *Nucula Hammeri Defr.*
— *Germaini d'Orb.* — *rostralis Lam.*
— *mucronatus* — — *subovalis infrajuren-*
— *Raquinianus* — *sis Marcou.*
— *insignis Schübler.* *Posidonia Bronnii Goldf.*
— *complanatus Brug.* *Cyathophyllum mactra Goldf.*

2. Oolith.

Unterer Oolith.

a. *Oolithe ferrugineuse.* Oolithe inférieure Carte de Fr. Eisenrogenstein Mérian. Oolithe de Bayeux. Etage Bajocien d'Orb.

Blauer oder brauner merglichter Kalkstein, beinahe verdrängt durch Eisenoolith und Adern von Eisenoxyd.
Mächtigkeit 15 m.

b. *Calcaire lædonien.* Oolithe de Bayeux. Oolithe subcompacte Thurm. Dogger Gressly.
Dichter oder verwachsen oolithischer, gelblich grauer Kalkstein, zuweilen dunkelblau gefleckt.
Mächtigkeit 6 m.

c. *Calcaire à Polypiers.*
Dichter, grauer Kalk, mit vielen Korallen und Kieselknauern.
Mächtigkeit 6 m.

d. *Marnes vesuliennes.* Marnes à foulon. M. à Ostrea acuminata Th. Etage bathonien inférieur d'Orb.
Graulich gelbe oder blaue Mergel, nussgrosse Kalkconcretionen einschliessend.
Mächtigkeit 2 m.

e. *Great Oolithe* et *Forestmarble.* Calc. de Caen et de Ranville. Great Oolithe et Calcaire roux sableux Th. E. bathonien d'Orb.
Dichte oder deutlich oolithische Kalksteine, blaulich grau, braun oder roth gefleckt.
Mächtigkeit 15 m.

f. *Cornbrash.* Dalle nacrée Th.
Oolithischer Kalkstein, übergehend in Lumachell, in wenig dicke Tafeln spaltend.
Mächtigkeit 3 m.

Serpula limax Goldf.
Belemnites giganteus Schl.
Nautilus clausus d'Orb.
Ammon. subradiatus Sow.
— *Murchisonæ* —
— *opalinus Rein.*
Ostrea Knorrii Voltz.
— *acuminata Sow.*
— *Marshii* —
Lima proboscidea —
Terebratula biplicata.
Terebratula concinna Bronn.
Avicula decussata Münst.
Ceromya tenera Ag.
Pholadomya media Ag.
— *Buccardium Ag.*
— *nymphacea* —
— *Murchisoni* —
Homomya gibbosa —
Pleuromya tenuistria —
— *Alduini* —
Clypeus solodurinus —

Nucleol. Thurmanni Desor. *Agaricia salinensis Marcou.*
Holectypus depressus — *Pavonia confusa Thurm.*

Oxford.

a. *Fer oolithique kellovien.* Kelloway-rock. Etage callovien d'Orb.
Gelber und dunkelgrauer Mergelkalk mit Nestern von Eisenrogenstein.
Mächtigkeit 15 m.

b. *Marnes oxfordiennes.* Argiles de Dives. Oxfordthon. Unterer Lettstein Rengger.
Graue bis schwarze, oft bituminöse Mergel, mit eingeschlossenen Kiesen und kohligten Theilen.
Mächtigkeit 15 m.

c. *Argovien.* Oberer Oxfordthon. Lettstein Rengg. Spongitenlager Quenst.
Graue Mergel, abwechselnd mit Lagern von grauem Mergelkalk, die oft sich in schalige Sphäroide zertheilen.
Mächtigkeit 10 m.

Belemn. hastatus Bl.
— *latesulcatus Voltz.*
Ammon. dentatus Rein.
— *flexuosus costatus Quenst.*
— *hecticus Rein.*
— *bifurcatus Schl.*
— *annularis Rein.*
— *Lamberti Sow.*
— *Mariæ d'Orb.*
— *Backeriæ Sow.*
— *cordatus* —
— *convolutus ornatus Quenst.*
— *polyplocus Rein.*
— *anceps Rein.*
— *biplex Sow.*
Rostellaria tristis Thurm.
Pecten fibrosus Sow.
Terebratula spinosa Sow.
— *biplicata mediojurensis Thurm.*
— *impressa v. Buch.*
— *globata Sow.*
— *Thurmanni Sow.*
— *insignis Ziet.*
Nucula subovalis Sow.
Trigonia monilifera Ag.
Pholadomya exaltata —
— *parcicostata Ag.*
— *cardissoides* —
— *ampla* —
Dysaster propinquus —
Pentacrinus pentagonalis Gdf.
Spongites reticulatus Goldf.
— *clathratus* —
— *lamellosus* —
Cnemidium Goldfussii Qu.

Oberer Oolith.

a. *Groupe Corallien.* Oolithe de Lisieux. Terrain à chailles et groupe corallien, en partie, Thurm. Jüngerer Jurakalk.

Unten weisser oder grauer dichter Kalk, oben weisser Oolith. Als Grundlage, und den dichten Kalk zum Theil verdrängend, gelbe, sandige Thone mit Kieselknauern oder Chailles.

Mächtigkeit 30 m.

Serpula gordialis Goldf.
— *flaccida Phill.*
— *grandis Goldf.*
Nerinea bruntrutana Th.
Ostrea eduliformis explanata Goldf.
— *rostellaris Goldf.*
— *colubrina Lam.*
Pecten vimineus Gdf.
— *Verdati Th.*
— *ingens Th.*
Terebratula lagenalis Schl.
Hemicidaris crenularis Ag.
Cidaris cervicalis Ag.
Echinus perlatus Desmar.
Apiocrinus rotundus Mill.
Millericrinus rosaceus d'Orb.
— *Beaumontii* —
— *echinatus* —
Pentacrinus scalaris Goldf.
Agaricia fallax Thurm.
— *confusa Th.*
— *concinna Th.*
Anthophyllum variabile Th.
Scyphia amicorum Th.
— *Bronnii Münst.*
Cnemidium bulbosum Munst.
Lithodendrum Allobrogum Th.

b. *Groupe séquanien.* Calcaire à Astartes Thurm.

Hellgraue oder weisse, sandige Mergel, und dichte weisse, zuweilen auch blassrothe Kalksteine; auch wohl grossoolithisch.

Mächtigkeit 20 m.

Melania striata Sow.
Natica turbiniformis Röm.
— *macrostoma* —
Ostrea sandalina Gdf.
— *sequana Th.*
— *bruntrutana Th.*
Pecten varians Röm.
Terebratula biplicata suprajurensis Th.
Trigonia suprajurensis Ag.
— *picta Ag.*
Astarte minima Phill.
Cidaris baculifera Ag.
Diadema hemisphæricum Ag.
Apiocrinus Meriani Desor.
Lithodendrum Rauracum Th.
— *magnum Th.*

c. *Groupe kimmeridien.* Argiles de Honfleur. Groupe portlandien du Banné Thurm. Kimmeridge-clay.

Grane oder gelbe sandige Mergel und dichte Kalksteine mit muschligem Bruch, weiss mit rothen Flecken.
Mächtigkeit 30 m.

Pteroceras oceani Brgn.	*Arcomya helvetica Ag.*
Melania cristallina Th.	— *gracilis Ag.*
Ostrea solitaria Sow.	*Pleuromya donacina Ag.*
Ceromya excentrica Ag.	*Corimya Studeri Ag.*
Pholadomya Protei Brgn.	*Avicula Gessneri Th.*
— *truncata Ag.*	*Perna plana Th.*
Homomya hortulana Ag.	

d. *Groupe portlandien.* Calcaires et marnes à Exogyra virgula. Marnes et calcaires de Courtedoux Th. Grane gelbliche Mergel und dichte weisse Kalksteine.
Mächtigkeit 30 m.

Nerinea trinodosa Voltz.	*Exogyra virgula Dfr.*
— *salinensis Th.*	*Trigonia concentrica Ag.*
— *macrogonia Th.*	*Mactromya rugosa Ag.*

3. Kreide.

Neocomien.

a. *Marnes bleues sans fossiles.*
Sandige blaue Mergel, in Mergelkalk übergehend. Zuweilen Gyps führend. Ohne Petrefacten.
Mächtigkeit 2 m.

b. *Calcaire jaune inférieur.* Calcaire ferrugineux, Limonite et Calcaire jaune Marcou. Calcaire roux Favre.
Sehr fester rauher Kalkstein, braun oder gelb, mit eingeschlossenen sehr vielen Körnchen oder Knollen von Eisenhydrat. Arm an Petrefacten.
Mächtigkeit 5 m.

c. *Marnes bleues.* Calcaire marneux Favre. Marnes d'Hauterive Marcou.
Blaulich oder gelblich graue sandige Mergel, zuweilen mit Anlage zum Schiefrigen. Sehr reich an Petrefacten.
Mächtigkeit 8 m.

d. *Calcaire jaune supérieur.* Calcaire à grains verts Marc.

Gelber dichter Kalkstein, in's Graue und Grüne; deutlich geschichtet, zuweilen mit vielen grünen Körnern von Eisensilicat. Die Petrefacten nicht selten ganz mit dem Stein verwachsen.

Mächtigkeit 15 m.

Zu besserer Charakteristik der Fauna, lässt sich diejenige von Nozeroy und Mouthe, im französischen Jura, ergänzen durch die Fauna des Salève nach Favre.

Serpula quinquecostata Röm.
Belemn. dilatatus Blainv.
— *subfusiformis d'Orb.*
Nautilus pseudoelegans d'Orb.
— *neocomiensis d'Orb.*
Ammon. radiatus Brug.
— *asterianus d'Orb.*
— *Leopoldinus d'Orb.*
— *clypeiformis d'Orb.*
— *Ixion d'Orb.*
— *cryptoceras d'Orb.*
— *bidichotomus Leym.*
Crioceras Duvalii d'Orb.
Pleurotomaria neocomiensis d'Orb.
Pteroceras pelagi d'Orb.
Cardium Voltzii Leym.
— *cottaldinum d'Orb.*
Astarte transversa Leym.
— *Beaumontii Leym.*
Corbis cordiformis d'Orb.
Trigonia sulcata Ag.
— *caudata Ag.*
Panop. neocomiensis d'Orb.
— *Carteroni d'Orb.*
Pholadom. elongata Munst.
Lucina cornueliana d'Orb.
Donacilla Couloni d'Orb.
Venus robinaldina d'Orb.
Ostrea Couloni Defr.
— *Boussingaultii d'Orb.*
— *tombeckiana d'Orb.*
— *aquila d'Orb.*
Rhynchonella depressa Sow.
Terebr. biplicata acuta v. Buch.
— *marcousana d'Orb.*
Nucleolit. Olfersii Ag.
— *subquadratus Ag.*
Catopygus alpinus Ag.
— *neocomiensis Ag.*
Holaster l'Hardy Ag.
Toxaster complanatus Ag.
Diadema rotulare Ag.
Pyrina pygæa Ag.

Rudistenkalk.

a. *Première zone des Rudistes.* Neocomien supérieur. Etage urgonien d'Orb.

Weisser, seltener gelber dichter Kalkstein; zuweilen

kreideartig und oolithisch, so derjenige von Seyssel, aus welchem die Kirche von Hautecombe gebaut ist. Die oberste Lage des weissen Rudistenkalks enthält an der Perte du Rhône die vielen *Pteroceras pelagi*, die sonst an anderen Stellen selten vorkommen.

Mächtigkeit 40 m.

Pteroceras pelagi Brgn. *Requienia ammonia d'Orb.*
Terebratula plicatilis Sow. *Radiol. neocomiensis d'Orb.*

b. *Calcaire à Orbitolites.*

Gelber und bräunlicher Kalk und Mergel, beinah verdrängt durch Streifen, die nur aus zusammengewachsenen *Orbitolites lenticulata* Brong. bestehn. Diese Stufe, wie die der Pteroceren, bleibt häufig aus.

Mächtigkeit 1 m.

Gault.

a. *Grès vert.* Etage albien d'Orb.

Hellgrüne, wenig feste Sandsteine, nach der Höhe übergehend in fast reinen weissen Quarzsandstein und Sand.

Mächtigkeit 15 m.

Ammon. inflatus Sow. *Avellana incrassata d'Orb.*
— *interruptus Brug.* *Cerithium excavatum Brgn.*
— *regularis Brug.* *Inoceramus concentricus Park.*
— *cristatus Deluc.* — *sulcatus Park.*
— *Beudanti Brgn.* *Rhynchonella sulcata d'Orb.*
Hamites rotundus Sow. *Terebr. dutempliana d'Orb.*
— *virgulatus Brgn.* *Holaster lævis Ag.*
Turrilites Bergeri Brgn. *Tetragramma Brongniarti Ag.*
Pleurotom. gurgitis Brgn.
— *Rhodani Brgn.*
Solarium cirroide d'Orb.

Die östlichste Jurakette, in der Gegend von Aix, die M. de S. Innocent und ihre Fortsetzung, die Kette der Chambotte, verliert sich gegen Frangy hin, unter tertiären und jüngeren Bildungen, und taucht weiter nördlich nicht wieder auf. Als vorderste und höchste Juraketle erhebt sich nun, an der Perte du Rhône, die lange Mauer des Credoz, 1692 m., des Reculet, 1716 m., des Gd.

Colombier, 1698 m., und der Dôle, 1679 m., welche am nördlichen Absturz der letzteren, am Pass von S. Cergues, abbricht und die bisher verdeckte Kette des Noir-Mont nnd Mont-Tendre, 1681 m., in den Vorgrund treten lässt. Bei Orbe schliesst auch diese sich ab, und die Kette des Mont d'Or, 1462 m. und M. Suchet, 1591 m. erscheint nun im ersten Rang. Auch weiterhin wiederholt sich noch öfters die Neigung zu einem stafelförmigen Abbrechen der vorderen Ketten, während die hinteren fortsetzen, so in den Abstürzen des Creux du Vent und der Röthifluh, und die Erweiterung des Ranmes zwischen den Alpen und dem Jura, nach der mittleren Schweiz hin, ist znm Theil eher noch aus dieser Anordnung der Juraketten, als aus einer beträchtlichen Abweichung der Streichungslinien beider Gebirgssysteme herzuleiten. Auf der Westseite des Jura ist die Anordnung eine umgekehrte. Es legen sich neue Rücken an, je weiter das System gegen Nord fortschreitet, so bei Pont-d'Ain, Coligny, Dôle, und die Stafeln sind daher gegen Mittag gewendet. — Dennoch gewinnt das System eine immer grössere Breite, je mehr es gegen Nord vorrückt; der Abstand von S. Cergues nach Lons-le-Saulnier ist um die Hälfte grösser, als der zwischen dem See von Bourget und der Ebene der Bresse, und vom Neuchâteler-See dehnt das Jurasystem sich über Besançon bis an das ihm parallel laufende Stromthal des Oignon aus.

Lange, gleichförmige Gewölbketten, oceanischen Wellen ähnlich, bilden auch im schweizerischen Jura den vorherrschenden Charakter dieses Systems. Die höchste Kette ist die den Alpen zugekehrte; mit zunehmendem Abstand vermindert sich die Erhebung, und gegen die Bresse zu verläuft sich das Gebirge in niedriges Hügel- und Tafelland. Eine Neigung znr Tafelbildung äussert sich anch im Inneren, indem die Rücken der Gewölbe sich zum Theil in breite Hochflächen ausbreiten, oder der Boden des Längenthales zwischen zwei Ketten sich hebt, bis beide Ketten in einem breiten Gebirgsknoten zusammenfliessen, wie in dem breiten Tafelland der Freiberge. Die bedeutende Breite, die der Jura im Querschnitt von Besançon zeigt, ist jedoch, genauer betrachtet, mehr eine Ausdehnnng der Jurabildungen,

als des Juragebirges zu heissen. Das eigentliche Gebirgsland beschränkt sich auf eine weit schmälere Zone. Im Querschnitt von Porrentrui erstrecken sich jurassische Bildungen ebenfalls, über Delle und Belfort, bis an den Fuss der Vogesen; aber der M. Terrible, 945 m., ist der letzte wahre Gebirgszug, den man von der Schweiz nach Frankreich hin zu übersteigen hat, und keine beträchtliche Erhebung hemmt von Porrentrui aus die Ansicht der fernen Vogesen.

Weiter gegen das Sundgau hin bedeckt diese Kalkfläche sich mit jüngeren Bildungen, und das Gebirge selbst verliert, indem es durch das Aargau fortstreicht, immer mehr an Breite und Erhebung. Die verschiedenen Ketten convergiren hier, gegen Ost hin, in dem Gebirgsknoten der Schafmatt, 767 m., wo die von West nach Ost streichende Kette des M. Terrible sich mit der nach ONO streichenden Kette des Weissenstein und allen zwischenliegenden Ketten vereinigt. Im Querschnitt von Aarau beträgt die Breite kaum noch die Hälfte der Entfernung von Biel nach Porrentrui. Ein letzter schmaler Ausläufer, die Lägeren, erstreckt sich bis Regensberg, aber die Hauptmasse erreicht kaum mehr die Aar, und nur ein von jüngeren Bildungen umgebener Hügel, zwischen Klingnau und Zurzach, vermittelt die Verbindung mit der Schwäbischen Alp, die nun im Klettgau sich zu erheben beginnt, und von da über Schaffhausen und den Hohen Randen, 821 m., mit immer wachsender Breite gegen NO fortstreicht.

Die Bildungen, aus welchen dieses neue Gebirgssystem zusammengesetzt ist, sind im Allgemeinen die des Jura, aber der Bau beider Systeme beruht nicht auf demselben Princip. Die Alp erscheint als ein breites Tafelland, mit steilem, nördlichem Absturz, welcher das Ausgehende der auf einander liegenden Formationen zeigt, und sanfter Verflachung unter die den Südrand bedeckenden Bildungen. So schon der noch vereinzelt stehende Randen. Eine einfache, von unten her wirkende Gewalt hat die breite Tafelmasse über die, längs ihrem Nordrand fortlaufende Spalte emporgehoben; während im Jura die vielfache Faltung zu Gewölbketten auf mehrere Hebungsaxen im Inneren des Systemes, oder auf

einen mächtigen, von den Alpen ausgegangenen Seitendruck hinweist.

Wie der Jurazug und seine Fortsetzung in der Rauhen Alp, wenn man das Gebirge von Süd nach Nord im Sinn seiner Axe verfolgt, in seiner Gestaltung eine wesentliche Umänderung zeigt, so auch in der Entwicklung, dem petrographischen Charakter und im Zutagegehen seiner Formationen. Die Kreidebildungen, welche im südlichen Jura, oft in bedeutender Mächtigkeit, alle tieferen Bildungen bedecken, nnd häufig den oberen Rücken der Gewölbe bilden, treten mehr und mehr zurück, und erscheinen nur noch am tieferen Abhang der Ketten. Am östlichen Fuss des Jura lassen sie sich noch bis gegen Biel hin, im Inneren des Gebirges in deu Thälern von S. Imier und La Chaux-de-Fonds erkennen; aber weiter nördlich fehlen sie ganz, im Jura, wie in der Alp, wenn man nicht die als oberste Juradecke auftretenden Bohnerzthone als ein, jedenfalls aber nicht marines, Aequivalent derselben betrachten will, und erst bei Regensburg, wo die Alp mit starker Biegung in die Gebirge von Franken fortsezt, sieht man sie wieder. Das Kreidemeer, aus dem ein so grosser Theil der nördlichen Kalkalpen sich abgesetzt hat, erstreckte sich demnach quer durch den Jura durch, und seine nördliche Küste in diesem fiel ungefähr in die Verlängerung des nördlichen Fusses der Alpen.

Dasselbe Verhältniss wiederholt sich in dem Vorkommen des obersten Jura, in den Portland- und Kimmeridgebildungen, nur erstrecken sich ihre Grenzen weiter vorwärts. Sie sind noch mächtig entwickelt, diessseits dem Jura, bei Solothurn und Aarau, jenseits, bei Porrentrui und Delle, aber am Ostende, bei Baden, hat Mousson sie nicht wiedererkannt, und nach Quenstedt und Marcou fehlen sie gänzlich auf der Alp und in Franken.

So wie die jüngeren Formationen nach und nach zurück bleiben, so treten dagegen die unteren Grundbildungen um so mehr hervor, je weiter das Gebirge nordwärts vordringt; als ob die stärkere Hebung des Bodens im Norden das alte Meer zurückgedrängt, und die Ablagernng jüngerer Bildungen auf den Süden beschränkt hätte.

Diese tieferen Bildungen gehen zuerst am westlichen Fuss des Jura, bei Lons-le-Saulnier und Salins, zu Tage, als vollständig entwickelter Lias und Steinsalz führender Keuper. Auch in der Umgebung von Besançon, und sowohl längs dem Doubs, als im Thale des Oignon, stossen sie in vereinzelten Punkten hervor, bis sie in der Nähe der Vogesen, die stets wieder sie überlagernde Decke von Jurakalk anhaltend abwerfen. In einer schmalen, aber nicht mehr unterbrochenen Zone, bildet hier, bis nach Belfort hin, der Lias den westlichen Fuss der Jurabildungen, und der Keuper vereinigt sich mit dem rothen Sandstein, der die Hauptmasse der Vogesen bildet.

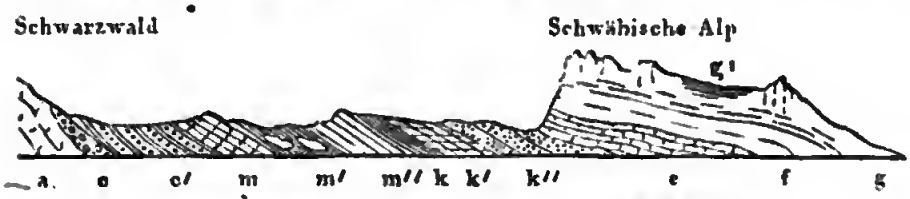
Zuerst im Berner-Jura, und weiter nördlich immer häufiger und mit zunehmender Ausdehnung, im Jura von Solothurn, Basel und Aargau, sieht man auch die Gewölbketten auf ihrem Rücken tiefer aufgespalten, in dem Grunde der in die Länge gezogenen Circusthäler, erst nur Lias, dann Keuper, und im nördlicheren Jura auch Muschelkalk entblösst. In einem, viele Stunden langen Streifen sieht man den letzteren, von Meltingen, im Cant. Solothurn, über Waldenburg, Läufelfingen, Kienberg, Schinznach, Habsburg, bis an die Ostseite des Reussthales fortsetzen, als innerste, aber vielfach zerspaltene und verworfene Masse einer Kette, auf welche die Kräfte, die den Jura erhoben, mit grösster Intensität eingewirkt haben. Es ist die Kette des M. Terrible, die schon bei Porrentrui in ihren Circusthälern bis auf den Lias und Keuper hinab zersprengt ist, und die, von da hinweg bis an das Ostende des Jurasystems, in mehrfacher Beziehung sich als Centralkette desselben betrachten lässt.

In beschränkterer Ausdehnung ist in diesen Gegenden die Trias sogar am Südrande des Jura abgedeckt worden, In dem theilweise zurückgesunkenen Circusthale des Weissenstein sieht man, von dem Abfall der Röthi bei Solothurn bis nach Wietlisbach, unter dem mächtig entwickelten Lias, theils Keuper, theils sogar Muschelkalk auftauchen.

Am äusseren Rande sind auch längs der Nordgrenze des Schweizer-Jura, wie schon bei Lons-le-Saulnier, die

älteren Bildungen vorzugsweise zu Tag gekommen. Muschelkalk, der in der Tiefe *Steinsalz* führt, ist bei Basel-Augst, und der Bunte Sandstein bei Rheinfelden und Waldshut bloss gelegt, und weiter nach Schwaben hin steigen, am Fuss der schroff abfallenden Rauhen Alp die Triasbildungen, Keuper, Muschelkalk und Bunter Sandstein, in ihrer vollen Gliederung hervor und bedecken, in welligen Hügelzügen und Niederungen, den weiten Raum zwischen der Rauhen Alp und dem Schwarzwald, das obere Stromgebiet des Neckar und seiner vielen Zuflüsse.

Versuchen wir es, nach den genauen Untersuchungen der schwäbischen Geologen, besonders nach v. Alberti und Quenstedt, die Formationsfolge der süddeutschen Fortsetzung unseres Jura durch ein Profil darzustellen, so findet man in demselben folgende Glieder entwickelt:



a Granit.
o Rothes Conglomerat.
c' Bunter Sandstein.
m Wellenkalk.
m' Salzthon und Anhydrit.
m'' Kalkstein von Friedrichshall.
k Lettenkohle.
k' Bunte Keupermergel.
k'' Keupersandstein.
e Lias Schwarzer Jura.
f Unterer oder brauner Jura.
g Weisser Jura und Dolomit.
g' Lager von Solenhofen.

Trias.

Bunter Sandstein.

α. Kiesclige Sandsteine, häufig gefleckt.

β. Thonige Sandsteine, mit rothen Letten und vielen Schwerspathgängen.

Muschelkalk.

α. Wellenkalk.

Dünne Platten von wulstigem Mergelkalk. Am Schwarzwald als Dolomit und dolomitischer Mergel.

β. Salzgebirge.

Graue Thone, Anhydrit, Gyps und Steinsalz, mit eingelagertem Kalkstein und Dolomit.

γ. *Kalkstein von Friedrichshall.*
Grauer, regelmässig geschichteter Kalkstein, die tiefsten Lager reich an Encriniten.

δ. *Lettenkohle.*
Graue, schiefrige Thone und Kalksteine, mit Equiseten u. a. Pflanzen. Lettenkohle, merglichte Dolomite und Kalksteine mit Muschelkalkpetrefacten.

Keuper.

α. *Gyps und Mergel.*
Weisser oder auch rother Gyps, abwechselnd mit rothem oder grauem Mergel, auch durch denselben verdrängt.

β. *Grüner und rothscheckiger Sandstein.* Schilfsandstein. Bausandstein in Stuttgart.
Grünlich graue, in der Höhe rothe Sandsteine, deutlich geschichtet. Reich an Equiseten, Calamiten u. a. Pflanzen.

γ. *Bunte Mergel.*
Rothe und grüne Mergel. In der Höhe mit eingelagerten Sandsteinplatten. Auf diesen würflichte Afterkrystalle, Thierfährten und Wellenschlag.

δ. *Weisser Sandstein.*
Mächtige, grobkörnige Sandsteine. Treffliche Bau- und Mühlsteine. Nester von Gagatkohle.

ε. *Bunte Thone und Sandsteine.*
Mächtige rothe Thonletten. In der Höhe gelbe, sehr feinkörnige und harte Sandsteine.

Jura.

Schwarzer Jura. Lias.

α. *Sand- und Thonkalke.* Calcaire à Gryphæa arcuata Marcou. Unterer Lias.
Dunkle Kalkbänke. Höher dunkle Thone, nach oben theils in Sandstein, theils in Kalkstein übergehend. Als Decke eine *Pentacrinitenbank.*

β. *Turnerithone.* Marnes inférieures de Balingen M.
Dunkle Thone, die Petrefacten, Belemniten und Ammoniten, verkiest und durch Kiesknollen entstellt. Bezeichnend ist *Ammonites Turneri Sow.*

γ. *Numismalismergel.* Marnes supérieures de Balingen et Calcaire à Belemnites M.
Graue Steinmergel, die unteren leicht verwitternd, die oberen als sehr feste und spröde Kalkbänke. Häufige Kiesknollen. Bezeichnend ist *Terebratula numismalis Lam.*

δ. *Amaltheenthone.* Marnes à Ammonites amaltheus et Marnes à Plicatules M.
Dunkle Thone, mit Nieren von Thoneisenstein. Nur hier *Ammonites amaltheus Schl.*; ausgezeichnet erhaltene Belemniten.

ε. *Posidonienschiefer.* Schistes bitumineux de Boll M.
Bituminöse, dunkle Mergelschiefer, mit untergeordneten Bänken von Stinkstein. Reich an Ueberresten von Sauriern und Fischen. Mannigfaltige Ammoniten und Belemniten. *Posidonia Bronnii Ziet.*

ζ. *Jurensismergel.* Marnes de Pinperdu M.
Weit verbreitete Bank von hartem, grauem Steinmergel, kaum je 1 m. mächtig. *Ammonites jurensis Ziet.*

Brauner Jura.

α. *Opalinusthone.* Marnes de Pinperdu M.
Sehr mächtige, dunkle Thone, mit vorzüglich erhaltenen Muscheln. *Ammonites opalinus Rein.*

β. *Braune Sandsteine mit Eisenerzen.* Oolithe ferrugineuse et Calcaire lædonien M.
Dunkelbraune Sandsteine, mit thonigen Zwischenlagen. Nach der Höhe zu mehrfach eingelagerte Flötze von pulverförmigem Rotheisenstein, sogenannter Eisenoolith, ausgebeutet zu Aalen und Wasseralfingen. *Pecten personatus Gdf.*

γ. *Blaue Kalke.* Calcaire à polypiers et marnes vésuliennes M.
Graulich blaue, harte Kalksteine, ähnlich Liaskalk, in meterdicke Bänke, oder dünne Platten abgesondert. Ueber ihnen dunkle Mergel mit *Belemnites giganteus.*

δ. *Blaugraue Mergelkalke und Eisenoolithe.* Forest-marble M.
Harte Kalkbänke mit *Ostrea cristagalli*, *O. pectiniformis*, *Trigonia costata.* Eingesprengte, runde und

linsenförmige Körner von Eisenoolith, besonders nach oben.

ε. *Thone und Eisenoolithe.* Cornbrash et fer kellovien M. Thone mit verkiesten Petrefacten. Ueber ihnen Eisenoolithe mit *Ammonites macrocephalus*, *Terebratula varians* u. v. a.

ζ. *Ornatenthone.* Marnes oxfordiennes inférieures M. Thone mit verkiesten *Amm. ornatus*, *Lamberti*, *Jason hecticus* u. a. Zerstreute Knollen, die oft kleine Krebse einschliessen.

Weisser Jura.

α. *Impressakalke.* Marnes oxfordiennes supérieures M. Graue Kalkmergel, abwechselnd mit fussdicken, thonigen, hellgrauen Kalkbänken, die leicht verwittern. In der Tiefe leer an Petrefacten, in der Höhe klumpig. Verkieste organische Reste. *Terebratula impressa.*

β. *Wohlgeschichtete Kalkbänke.* Argovien M. Bilden den steilen, scharfen Rand der Alp, mit α gegen 200 m. mächtig.

γ. *Spongitenlager.* Argovien M. Blaugraue Mergelkalke mit festeren Bänken, die zu mächtigen Felsmassen anschwellen. *Terebratula lacunosa* und mannigfaltige Spongiten.

δ. *Regelmässig geschichtete Kalkbänke.* Corallien M. Mit Neigung zum Oolithischen. Arm an Petrefacten. *Belemnites hastatus.*

ε. *Plumpe Felsenkalke.* Corallien et Séquanien M. Heller, homogen dichter oder körniger Marmor und Dolomit, ungeschichtet, unter sich verwachsen. Häufige Knollen von Feuerstein. Nach oben besonders reiche Felder von Sternkorallen in nur wenige Fuss mächtigen kieseligen Lagern.

ζ. *Solenhoferschiefer.* Krebsscheerenkalkplatten. Kimmeridien M.
Thonige Kalkplatten. Einzelne Schichten voll Krebsscheeren. In Baiern, als lithographische Schiefer, mit mannigfaltigen Fischen und Sauriern, Ammoniten, Aptychus, Belemniten u. a. P.

Nach dieser Uebersicht der Gebirgsbildungen, welche von verschiedenen Seiten her nach der Schweiz fortsetzen, ergibt sich die nähere Behandlung der geologischen Verhältnisse der Schweiz von selbst. Es zerfällt der Stoff vorerst in drei Haupttheile, nach den drei wesentlich verschiedenen Gebirgsgruppen der Alpen, des Jura, und des Hügellandes. In den Alpen unterscheiden wir ferner die Mittelzone von der südlichen und nördlichen Nebenzone, und in jeder dieser Zonen fassen wir zusammen, was auf geologischen Karten durch dieselbe Farbe bezeichnet wird. Im Jura und Hügelland folgen wir der gewöhnlichen Behandlung, nach Altersformationen. Ein strenges Festhalten an diesen Abgrenzungen, wäre jedoch nicht zweckmässig. Die Charakteristik einer Formation, die Beschreibung wichtiger Lagerungsverhältnisse, die Schilderung einer einzelnen Gebirgsgruppe fordern öfters, dass man einen ganzen Complex von Formationen zusammenfasse. Es kommen ferner auf den Berührungslinien unserer drei Zonen Bildungen vor, die theilweise der Mittelzone, in anderer Beziehung aber der angrenzenden Nebenzone beigeordnet werden können. In allen diesen und ähnlichen Fällen, wird das Interesse der Klarheit uns mehr gelten, als die Consequenz in der Befolgung der gewählten Anordnung.

ERSTER HAUPTTHEIL.

DIE ALPEN.

ERSTER ABSCHNITT.

Die Mittelzone.

I. Alpengranit, Gneis und krystallinische Schiefer.

Durch die Trennung der Grauen und Grünen Schiefer und der Hornblendgesteine ist auf unseren Karten das, in älteren Darstellungen beinah die ganze mittlere Alpenzone bedeckende Gebiet der krystallinischen Schiefer beträchtlich reducirt worden. Eine fernere Reduction wäre wohl wünschbar, da man nicht etwa glauben darf, in den gleichförmig blassroth bemalten Gebieten nur eine, oder nur nahe verwandte Steinarten in der Natur zu finden; sie ist aber einstweilen unmöglich durchzuführen, indem wir selbst für die bekanntesten unserer centralen Gneismassen, für die des Montblanc, des Finsteraarhorns und des Gotthards, nicht die erforderlichen Angaben besitzen, um mit einiger Sicherheit die Grenze zwischen Glimmerschiefer und Gneis, oder zwischen diesem und dem Alpengranit ziehn zu können. Noch weniger könnte an eine Unterscheidung zwischen Glimmerschiefer und Talkschiefer, zwischen Glimmergneis und Talkgneis, oder an einen Versuch, die metamorphischen Gesteine von den ursprünglichen zu scheiden, gedacht werden.

Man kann eine Beschreibung der alpinischen Gneisbildung nicht vornehmen, ohne auf Fragen zu stossen, deren sichere Lösung auf Haupttheile der Wissenschaft einen entscheidenden Einfluss ausüben müsste. Ob die Tafelstructur

des Gneises als Schichtung, *Bedding*, oder als eine von der Schichtung unabhängige Schieferung, *Clivage*, zu betrachten sei, ist schon ein Streitpunkt zwischen De Saussure und P. Pini gewesen. Die Altersbestimmung des Alpengranits, welche Jurine durch Einführung der schlecht gebildeten Benennung *Protogin* festzustellen glaubte, ist zu einem Wendepunkt zwischen der älteren und neueren Geologie geworden. Die Entstehung der krystallinischen Schiefer aus neptunisch abgelagerten Massen durch Metamorphose, und die Erklärung dieses Processes nach Grundsätzen, die nicht mit den Lehren der Chemie und Physik im Widerspruch stehn, die alte Frage, ob die Entstehung jener Gesteine durch Wasser oder durch Feuer, oder durch beide zugleich bewirkt worden sei, steht wie vor funfzig Jahren im Vordergrund des dem Geologen zugewiesenen Arbeitsfeldes. Einige Beiträge zur Lösung dieser Aufgaben werden auch aus unserer Darstellung sich ergeben, eine befriedigende Lösung aber wird von der nächsten Zukunft kaum zu erwarten sein. Dem Zwecke dieser Arbeit gemäss, wird dieselbe sich vorzugsweise auf die Beschreibung der Thatsachen beschränken, und nur vorübergehend in das Gebiet der Erklärung überschweifen.

1. Centralmasse der Aiguilles Rouges.

Man kennt die Steinarten und die Structur dieser Centralmasse aus den Schriften von de Saussure und Necker und den neueren Arbeiten von Fournet und Delesse. Durch das Auffinden horizontaler Petrefactenlager auf dem obersten Gipfel der Masse hat auch Favre die Naturgeschichte derselben wesentlich gefördert.

Die vorherrschende Steinart ist der *Alpengranit* oder *Protogin*, ein granitisches Gemenge, nach Delesse, von Orthose, Oligoklas, beide gewöhnlich weiss, grauem oder blass violettem Quarz, dunkelgrünem Glimmer in hexagonalen Tafeln von wenig Glanz, und hellgrünem Talk. Nicht selten wird die, auch in den grössten Blöcken in der Regel granitische Structur gneisartig, bald mit wenigem, isolirtem, aber parallel liegendem Glimmer, bald mit vorherrschendem,

die Ablosungen ganz überdeckendem Glimmer und Talk. In der Gegend des Col de Bérard und des M. Loguia ist der Feldspath, wohl ausschliesslich Orthose, pfirsichblüthroth, die Structur bald granitisch, bald gneisartig. Am Westende der Masse, an Pormenaz und am Bréven, ist das Gestein zu einem, meist grünen Gneis geworden. Mit demselben kommen an Pormenaz noch andere Steinarten vor, die eine nähere Untersuchung verdienen: feinkörnige grüne Gemenge mit grösseren rothen Feldspathkrystallen; *Grünporphyre* mit dunkelgrüner Grundmasse und hellgrünen Feldspathkrystallen. Am Osteude, bei der Pissevache, am Trient und bei Outre-Rhone, zeigt sich ebenfalls nur Gneis, der sich durch starkes Vorherrschen des weissen oder grünlich grauen Feldspaths auszeichnet. Der grobkörnige granitische Protogin, mit dem vielen Quarz und den grossen Feldspathzwillingen, der Alpengranit, den man von den erratischen Blöcken her kennt, fehlt beiden Auskeilungen der Centralmasse.

Als untergeordnetes Gestein findet man Hornfels, *Roche de corne* oder *Palaiopêtre de Sauss.*, ein dunkelbraunes, auch violettes oder lauchgrünes, sehr feinkörniges Gemeng von braunen Glimmerschüppchen und weissem Feldspath, bald dickschieferig, bald zu einer dichten, rhombisch spaltenden Masse verwachsen. Es lässt sich die Steinart als ein innig gemengter, fein schuppiger Gneis oder Glimmerschiefer betrachten; am Gros-Perron, oberhalb Valorsine, geht die Steinart in einen deutlicheu Gneis über. Am Westende der Massé, auf beiden Seiteu des Pont-Pelissier, ist dieser Hornfels die herrschende Steinart; er tritt jedoch hier in eine so innige Verbindung mit Anthracitschiefer dass man versucht werden könnte, ihn als eine höher krystallinische Umbildung zu betrachten. — An anderen Stellen, östlich und westlich von Valorsine (M. Loguia, Lac Cornu), umschliesst der Gneis Massen von Epidot führendem *Hornblendgestein* und *Eklogit*, die man vielleicht auch als umwickelte und umgewandelte Trümmer älterer Sedimente darf gelten lassen. — An der Pissevache und am Ausfluss des Trient findet man die Gneise und Feldspathschiefer, deren metamorphischen Ursprung Fournet mit so grossem Fleisse

nachgewiesen hat. Auf dem rechten Ufer der Rhône, an der ihrer Anssicht wegen berühmten Gehirgsecke von Folaterra, hei Branson und Foully ist die Felsart ein beinah nur aus kleinkörnigem, weissem Feldspath hestehender Granit geworden, mit wenigem, dunklem Glimmer, fast ohne Quarz, dagegen gemengt mit einer dunkel graulich grünen, Steatit ähnlichen Suhstanz, die zuweilen in rundlichen Säulen auskrystallisirt und *Pinit* zu sein scheint. — In der Höhe oherhalb Outre-Rhône, am südlichen Fuss der Dent de Morcles findet man, in unklaren Lagerungsverhältnissen, ein fleischrothes, Porphyr ähnliches Gestein, das wohl ebenfalls als eine Ahänderung des herrschenden Gneises zu hetrachten ist.

In der Umgehung von Servoz wurde gegen Ende des vorigen Jahrhunderts (von 1786—1793) starker Bergbau auf *silberhaltenden Bleiglanz* und *Kupferkies* getriehen. Die Erzgänge lieferten zugleich mannigfaltige Mineralien. In den Gruben von Pormenaz hrechen die Erze auf Schwerspathgängen und bestehn aus *Bleiglanz*, *Kupferkies*, *Fahlerz*, *Bournonit*. Am Westende des M. Breven, lieferten die Gruben von Foully, Vaudagne, Les Trapettes u. a. *Bleiglanz*, *Fahlerz*, *Kupferkies*, *Blende*, *Antimon*, *Arsenik*. Die erzführenden Schwerspathgänge streichen von SW nach NO. Auch jenseits der Brücke von Pelissier, am Ahfall des M. Lacha, kommen Gänge von *Kupferkies* vor, und am M. Oreb, bei Valorsine, ist in älterer Zeit auf *Bleiglanz* und *Blende* gebaut worden.

Die den grösseren Centralmassen eigenthümliche Fächerstructur der Gneise und Alpengranite kommt in den Aiguilles Rouges nicht vor, ohgleich, im Grossen betrachtet, der Alpengranit ebenfalls, wie fast immer, deutlich stratificirt und in gross · Tafeln abgesondert erscheint. Diese Granitstraten stehn im grösseren Theile der Gruppe vertical mit dem mittleren Streichen nach h. $2^1/_2$ oder N 20 O; so der Protogin hei der Arvehrücke unter Prienré, so auch der Hornfels hei Valorsine. Nach dem westlichen Kalkgehirge zu, neigen sich aher die Schiefer, an M. Loguia und von da his nach Pormenaz, steil nach NW, während umgekehrt, am Abfall der Céblancs gegen Valor-

sine, steiles SO Fallen herrscht, so dass die Structur im mittleren Querschnitt der Gruppe antiklinal nnd nicht synklinal ist. Am Westende der Masse, im Durchschnitt der Rhône zeigt der Gneis, auf beiden Seiten des Stromes, steiles SO Fallen.

In dem Thalgrund von Valorsine, an der Barberine, bei den Häusern Les Rupes und am Fuss der Aiguilles Rouges, bei La Poyaz, ist der Alpengranit massig, ohne Spur von Schieferung. Bei Les Rupes und im Ansteigen von da nach Loguia durchzieht er den Hornfels in Gängen von sehr ungleicher Mächtigkeit und in mannigfaltigen Richtungen, so dass meist die Schieferung des Hornfels scharf und fast senkrecht durchschnitten wird. Einige dieser Gänge sind beinah vertical, mehrere Klafter mächtig, und breiten sich in der Höhe horizontal aus; an anderen Stellen streichen mehrere, kaum 1 Meter mächtige parallel neben einander; es trennen sich Seitenzweige, oft von weniger als ein Zoll Mächtigkeit ab, oder es greifen auch rundliche grössere Granitmassen von unten her in die Schiefer ein; diese endlich schliessen zuweilen Granitpartie'n ein, die in keinem sichtbaren Zusammenhang mit anderen Massen stehn, und rings von Schiefer umschlossen scheinen. — Die Steinart der grösseren dieser Granitmassen unterscheidet sich nicht wesentlich von dem gewöhnlichen Alpengranit, sie ist ein Gemenge von granem Quarz, weissem Orthose und Oligoklas, und meist wenig deutlichem, grünlich braunem bis schwarzem und weissem Glimmer. Delesse fand auch die chemischen Bestandtheile nicht wesentlich von denjenigen des Protogins vom Montblanc abweichend, und wenn er doch beide Steinarten für mineralogisch verschieden hält, so mag diess wohl nur von der zufälligen Wahl der näher untersuchten Stücke herrühren. In den zarteren Verästlnngen jedoch und in der Nähe des Gneises geht nicht selten der Granit allmählig in einen weissen, grauen oder violetten Feldsteinporphyr, oder in dichten Feldstein oder Enrit über.

Bei dieser Uebereinstimmnng der Steinarten scheint es wenig natürlich, die, ohnehin im Verhältniss zum Protogin der Aiguilles Rouges und des Montblanc beinah verschwin-

dend kleine Granitmasse von Valorsine als den Hebel zu betrachten, durch welchen das ganze Hochgebirge dieser Gegenden sei gehoben und aufgerichtet worden. Wohl mit gleichem Recht haben wir das thätige Princip dieser grossartigen Gebirgsgestaltung in der stratificirten Abänderung der Steinart wie in der massigen zu suchen, und diese beweist nur, dass an einzelnen Stellen die Masse sich in einem weichen, wenn nicht wirklich flüssigen Zustande befunden habe. Diesen Schluss auch auf die schiefrigen oder tafelförmigen Abänderungen auszudehnen, sind wir nicht gezwungen, und es werden Verhältnisse vorkommen, die mit einer solchen Annahme sich kaum vereinigen liessen. — Das Auftreten von granitischen oder euritischen Gängen im Gneis und anderen krystallinischen Schiefern ist übrigens in den Alpen keineswegs so selten, als man es, nach der Berühmtheit dieses Vorkommens bei Valorsine, glauben möchte. Schon im nahen Rhônethal durchziehn ausgezeichnete Euritgänge den Gneis der Trientschlucht, der Pissevache und der Gebirgsecke von Branson. Die Verschiedenheit des Nebengesteins an diesen Stellen ist einer Erklärung dieser Gänge durch Ausscheidung wenig günstig, und das ganze Verhalten spricht allerdings, wie Fournet es annimmt, eher für eine Injection des granitischen Teigs in Spalten. Wohl mögen auch die Sedimentgesteine von Valorsine, eben so, wie der Kalkstein und Schiefer zwischen La Batia und dem Trient, durch diese Injectionen umgeändert, und von Feldspathmasse durchdrungen worden sein. Eine erste Metamorphose scheint aus gewöhnlichen Schiefern oder Sandsteinen den Hornfels erzeugt zu haben, und durch das stärkere Eindringen von Feldspathsubstanz mag der Hornfels in wahren Gneis übergegangen sein.

Es scheint übrigens der Granit nicht nur in die krystallinischen Schiefer, sondern in den Kalk selbst gangförmig eingedrungen zu sein. Man sieht am Südabfall der Dent de Morcles gegen den oberen Theil des Creux de Jaman Kalksteinblöcke, offenbar von dem Absturz der Citrambles, einem Ausläufer der Dent de Morcles herstammend, welche von mehreren Euritgängen durchsetzt sind und sich darin in dünne Adern verästeln. Bei ge-

nanerer Durchforschung dieser, allerdings nur in den späteren Sommerwochen zugänglichen Gegend, würde man vielleicht auch im anstehenden Fels selbst Granitgänge entdecken.

Die Aehnlichkeit unserer centralen Granitmassen mit trachytischen Domen, so abweichend auch bei näherer Betrachtung die Verhältnisse sich zeigen, wird stets in einer Theorie der Hochalpen berücksichtigt werden müssen. Wie die Trachytkegel über einem centralen Schlund, so scheinen unsere Granitgebirge über längeren Spalten sich erhoben zu haben; sei es, dass wirklich die ganze Masse, in starrem oder erweichtem Zustande, hervorgestossen worden sei, oder dass flüssige oder dampfförmige Substanzen in frühere Sedimente eingedrungen seien, sie verändert und ihr Volumen zu der Höhe unserer Hochgebirge aufgetrieben haben. Die Parallele erstreckt sich auch auf die Gestaltung der angrenzenden Massen. Wie ein Ringgebirge mit schroffem innerem Absturz den centralen vulcanischen Herd umgibt, so kehrt die erste, zuweilen auch eine zweite, dritte Kalkkette dem Granitgebirge steile, oft hoch in die Schneeregion aufsteigende Felswände zu, und ihre Schichten fallen von demselben weg. Längs der ganzen Nord- und Westgrenze unserer Gebirgsmasse, auf Foully-Alp, an der Dent de Midi, am Buet, an den Rochers des Fizs, ist diese Gestaltung zu auffallend, als dass sie nicht schon frühe die Aufmerksamkeit erregt und zu Anhaltspunkten geologischer Theorien gedient hätte. Die einfache Annahme, dass durch das Aufsteigen der Granitmasse das Kalkgebirge zersprengt und seine Schichtung in eine schiefe Stellung gebracht worden sei, hat durch Favre's Entdeckung horizontaler Sedimentlager auf dem Gipfel der Aiguilles Rouges, einen neuen Anhaltspunkt gewonnen, da diese Lager, bei 1500^{m} hoch über denjenigen, die im Thalboden ihnen entsprechen, gewiss nicht in ihrer ursprünglichen Lage sich befinden, sondern erst nach ihrer Ablagerung in die Höhe gerissen wurden. Wie in den Gebirgen von Oisans, wo das ringförmige, um das Gneisgebirge herum eingeschnittene Spaltenthal zu ähnlichen Vorstellungen führt, lassen jedoch die Verhältnisse eine so einfache Erklärung nicht

zu, und auch die nähere Kenntniss der östlicheren Centralmassen wird uns nöthigen, sie wesentlich zu modificiren. Bereits das Eingreifen des Gneises in den Fuss des Buet lehrt, dass das Thal, welches die Kalkkette von der Centralmasse scheidet, nicht eine Folge der Gneisbildung sein kann, sondern von einer späteren Zerspaltung des Bodens herrühren muss, und auch die Verbindung des Gneises mit der Sedimentbildung, wie wir sie im nahen Querthal der Rhône werden kennen lernen, eine Verbindung, die ebenfalls der in Oisans vorkommenden auffallend ähnlich ist, verträgt sich nicht mit der versuchten Theorie. Es scheint vielmehr sich zu ergeben, dass der enge Zusammenhang, den wir zwischen dem Gneis und den Sedimenten wahrnehmen, schon bestand, als die äussere Gestaltung des Bodens von der gegenwärtigen ganz verschieden war, und vielleicht der grösste Theil des Alpensystemes sich noch unter dem Meere befand, und dass erst später die Hebung und zugleich die Zerspaltung des Bodens erfolgte.

Mit der Frage über Schichtung oder Schieferung des Gneises steht die Altersbestimmung desselben in nahem Zusammenhange. Ist der Gneis jünger, als das angrenzende Sedimentgebirge, so verwickelt uns die Annahme einer wahren Schichtung desselben in grosse Schwierigkeiten. Seine Straten wären also ursprünglich horizontal gewesen, und später hätten sie eine Drehung in eine verticale Stellung erfahren. Mit dieser Ansicht ist die horizontale Lage der Anthracitschichten auf den Aiguilles Rouges, und auch weiter östlich, auf Foully, unvereinbar. Oder, der Gneis ist nur in dem Sinne jünger, dass die Injectionen des Feldspaths, oder die Umwandlung älterer Sedimente zu Gneis, später erfolgt wären, diese Sedimente aber könnten schon vor der Ablagerung der Anthracitschiefer ihre verticale Stellung erhalten haben. Dann ist schwer einzusehn, dass die Umwandlung in vollkommen entwickelten Protogin die schwache Kuppe der Aiguilles verschont hätte, dass hier gar kein Uebergang der einen Steinart in die andere statt fände, wie wir ihn dagegen im Rhônethal und anderwärts sehn, wo beide Formationen in gleichförmiger Lagerung an einander grenzen. Man fände sich endlich, zur Erklärung des

ungleichen Niveau's der Anthracitschiefer, beinah zur Annahme genöthigt, dass die mittleren Protoginlager, ohne Zerstörung des auf ihren Köpfen liegenden Sediments, zwischen den angrenzenden Lagern in die Höhe gestossen worden seien, diese etwas weniger hoch, und so abfallend bis in die Grundlage der Kalkkette.

Man entgeht einem Theile dieser Schwierigkeiten, wenn man die verticale Tafelstructur des Protogins als eine erst nach oder zugleich mit der Erhebung entstandene Schieferung erklärt, analog der von der Schichtung abweichenden Schieferung in Nordengland, oder der Tafelstructur und Schieferung, die zuweilen am Porphyr, Trachyt und an neueren Laven vorkommt. Die Ursache dieser Schieferung könnte, wie Fournet es vielleicht zuerst aussprach, in der Pressung liegen, welche die aufwärts dringende Masse durch die Wandungen der Spalte erlitt; oder, nach Sharpe, in der vorherrschend parallelen Lage, welche unter starkem Druck die breiten Flächen ihrer krystallinischen Bestandtheile annehmen mussten; wohl auch in einem späteren Rückzug der Masse, der unter dem Einfluss der Tendenz zur Schieferung und in Folge des Gesetzes, dass die Rückzugsspalten senkrecht stehn auf der Erhitzungsfläche, nothwendig verticale Zerklüftung erzeugen musste. — Die Schieferung des Glimmerschiefers und Gneises liesse sich als eine Wirkung des Drucks, die Tafelstructur des Granits eher als eine Folge des Rückzugs betrachten. Der anhaltende und regelmässige Parallelismus, in welchem die Schieferung zu der Richtung der Spalte oder zu der Längenaxe der Centralmasse steht, wäre offenbar eine natürliche Folgerung aus diesen Vordersätzen. — Mit dieser Theorie scheint wieder die Ansicht, dass die krystallinischen Schiefer und der Protogin selbst durch Umwandlung älterer Gesteine entstanden seien, kaum vereinbar, oder sie muss noch wesentlich modificirt werden. Die starke Vermehrung des Volumens und die hieraus hervorgehende Pressung lassen sich aus dem Zutritt neuer Stoffe zu den früheren Gesteinen herleiten, oder aus der Erhöhung der Temperatur während des metamorphischen Processes. Die Temperatur bis zur Glühhitze zu steigern, ist nicht nothwendig, bieten ja auch die jetzt

das Hochgebirge bedeckenden Gletscher eine analoge, wohl ebenfalls, wenn auch auf andere Weise, durch Pressung entstandene Tafelstructur dar.

2. Die Centralmasse des Montblanc.

Die nähere Kenntniss anderer Centralmassen wird die aus der vorhergehenden Darstellung gezogenen Folgerungen in ein noch helleres Licht setzen, zum Theil auch modificiren.

Der Alpengranit oder Protogin ist die vorherrschende Steinart des Montblanc, wie der vorigen Masse, und wie in dieser zeigt er sich am mächtigsten auf der Ostseite und nach der Mitte zu. Nach den chemischen Untersuchungen des Protogins verschiedener Stellen der Montblancgruppe von Delesse, besteht derselbe in der Regel aus fünf Mineralien: 1) *Quarz*, glasig, grau oder violett, auch dunkel wie Rauchtopas, dessen färbendes Princip in der Hitze flüchtig und organischen Ursprungs ist; in den granitischen Abänderungen zuweilen krystallinisch, in der Regel derb und dicht; in Abänderungen mit schiefriger Anlage sandig, aus kleinen Körnchen zusammengebacken, halb geschmolzenem Schnee ähnlich. 2) *Orthose*, weiss, zuweilen roth, durchscheinend, stets deutlich in Zwillingen krystallisirt. 3) *Oligoklas*, undurchsichtig, matt, weiss, milchweiss, oder grünlich weiss, die krystallinische Structur nur durch sehr feine Linien angedeutet, zuweilen wie eine Schale die Orthoskrystalle umschliessend. 4) *Glimmer* mit Eisenbasis und Flnorgehalt, zweiaxig, dunkelgrün, mit schwachem oder ohne Glanz, durch anfangende Verwitterung bronzeartig, stets krystallisirt in hexagonalen Blättchen oder Prismen. 5) *Talk*, perlmutterglänzend, lebhaft bis blass grün, in dünnen gekrümmten Blättchen zwischen die anderen Mineralien sich eindrängend. Die relative Menge dieser fünf Elemente ist sehr verschieden. Der Quarz herrscht vor in den granitischen Abänderungen, die vorzüglich in der Axe der Gruppe vorkommen, und nimmt ab, oder fehlt ganz in den schiefrigen Abänderungen. Umgekehrt der Talk, der zuweilen in

den granitischen Protoginen, die sich dann auch von wahrem Granit gar nicht unterscheiden, ganz fehlt. Die beständigsten Elemente der Steinart sind Orthose und Glimmer.

Am südwestlichen Ende des Montblanc, in den Umgebungen des Miagegletschers, herrscht ein ausgezeichneter Syenit, den Saussure als *Granitello* beschreibt, und mit demselben steht in Verbindung das von Jurine *Arkesine* genannte Gestein, ein Gemenge von Quarz, Feldspath, Hornblende, Steatit, Chlorit, öfters mit eingesprengtem Sphen.

Verfolgt man das Gebirge über Col de la Seigne und Col des Fours nach Nant Bourant und Bionassai, so trifft man nur auf unvollkommene Gneise, Hornfels und metamorphische Schiefer. Auch am Dôme de Gouté fand Saussure nicht Alpengranit. Gegen Chamouni zu stuft sich das Gebirge ab in die noch zwischen zwei bis dreitausend Fuss über Prieuré erhöhte Terrasse der Blaitière, über welcher erst sich die Reihe der Aiguilles du Midi und de Charmoz erheben. Diese höheren Gipfel sind Granit, der Abfall aber der Terrasse nach dem Thalboden besteht aus krystallinischen Schiefern, zwischen welchen indess de Saussure in der Höhe mächtige Bänke von Granit eingelagert fand, so innig verbunden mit dem Gneis, dass es ihm undenkbar vorkam, für beide Steinarten einen verschiedenen Ursprung annehmen zu sollen. Dieselbe Folge von Steinarten durchschneidet man längs dem Glacier des Bois. Im Ansteigen nach dem Montanvert zeigen sich nur schiefrige Gesteine und Gneisarten, und sie halten an, bis man bei L'Angle, oberhalb Les Ponts, in das Profil der Aiguilles de Charmoz und de Dru einschreitet. Von da bis jenseits dem Col de Géant, quer durch die ganze Breite der Masse, herrscht Alpengranit, und nur untergeordnet, wie in der Aiguille Noire, im rechtseitigen Hintergrund des Taculgletschers, erscheint auch Gneis. Auch vom Col de Balme nach den hohen Protogingipfeln, hat man erst, lange bevor man diese erreicht, durch krystallinische Schiefer anzusteigen, in welchen Favre, wie auf Blaitière, mächtige Granitbänke eingelagert sah. In dem Durchschnitt von Martigny nach Sembranchier ist der Granit wieder verschwunden, man sieht

nur Talkschiefer nnd wenig entwickelte Gneisarten, die im ersten Ansteigen vertical stehn, weiter aufwärts nach S 60 O fallen. Der Granit scheint nicht weit über die hohen Felsgipfel hinaus, welche die Kapelle von Orny und den Salenagletscher umgeben, fortzusetzen. Das SO Fallen der krystallinischen Schiefer bleibt, mit der wenig anhaltenden Ausnahme hei Martigny, das herrschende, am NW Ende dieser Gebirgsmasse, wie an demjenigen der Aiguilles Rouges.

Es ist sehr zn beachten, dass diese Gleichförmigkeit der Fallrichtung sich verliert, und der nach ohen aus einander laufenden Fächerstellung weicht, so wie man in das Profil der hohen Protogingipfel tritt, und dass diese Fächerstellung sich um so deutlicher entwickelt, die äussersten Massen um so stärker divergiren, je mächtiger der Alpengranit auftritt. Im Ansteigen von Chamouni nach der Blaitière vorzüglich wurde Saussure aufmerksam anf diese merkwürdige Structur der Montblancmasse. Die tiefsten anstehenden Schichten, sagt er, liegen so viel als horizontal, je höher man aber sich erhebt, desto mehr richten die Schichten sich vom Thale weg in die Höhe, und bevor man den Fuss der Granitgipfel erreicht, stehn sie vertical. Längs der ganzen 7—8 Stunden langen Erstreckung des Gebirges herrscht dieselhe Structur. Auf der rechten Seite des Glacier des Bois fand Forbes den Fallwinkel des dem Gehirge zu sinkenden Gneises gleich 30°, und anf dem Col de Balme, wie auf dem Col des Ouches fallen die Schiefer, mit ungefähr gleichem Winkel, nach S 60 O. Nicht der Gneis allein fällt aber ein unter die aufgerichteten Granitmassen des höheren Gehirges. Unter dem Gneis, am Fuss des Gebirges, liegt mit gleicher Fallrichtnng eine mächtige Schichtenfolge von schwarzem Schiefer, Rauchwacke, Gyps und dunkelm Kalksteine, und anch diese Gesteine fallen nach SO; auf ihnen liegt der Gneis, auf dem Gneis der Granit. — Auf der entgegengesetzten Seite des Gehirges, vom Brenvagletscher his tief in Val Ferret hinein, finden wir ganz ähnliche Lagerungsverhältnisse. Vom Fuss des Gehirges bis zum vierten Theil etwa der Höhe schwarze Schiefer und Kalksteine, welche

gegen NW in den Berg hinein fallen, und über ihnen mit gleichem Fallen Protogin, dessen Lager sich immer steiler aufrichten, bis sie zuletzt, auf dem Col de Géant und in den Gipfeln des Hauptkammes, vertical stehn. Forbes fand den Fallwinkel an der Grenze von Kalkstein und Protogin, in der Nähe des Brenvagletschers, gleich 38°, und weiter unten gleich 50°. Es scheint diese Grenze einen nach oben convexen Bogen zu bilden und nach der Tiefe hin steiler zu werden.

Die Fächerstellung hält an, so weit als der Alpengranit gegen N hin fortsetzt. Die Protoginstraten der Pointe d'Orny und ihrer Umgebung fallen steil nach N 50 W, während am Trient- und Tourgletscher, auf der anderen Seite des Gebirges, SO Fallen herrscht. An dieser Fächerstellung nehmen aber in diesem Profil die schwarzen Schiefer und Kalksteine nicht mehr Theil, und es ist deutlich, dass, in Chamouni und bei Entrèves, dieselben nur scheinbar als zugehörige Glieder des Systems der krystallinischen Gesteine auftreten. Schon auf dem Grapillonpasse, der von den drei Uebergängen aus dem piemontesischen in das wallisische Ferret-Thal, der Hauptkette am nächsten liegt, fallen die unmittelbar dem Protogin vorliegenden körnigen Kalksteine und schwarzen oder talkigen Schiefer steil SO, sie lehnen sich an den Abfall des Gebirges, oder stehn höchstens vertical, und dieses südöstliche Fallen hält an durch das ganze nördliche Ferret-Thal, bis an seinen Ausgang bei Sembranchier. Die colossalen Kalksteintafeln, die auf der Südseite der von Vevay aus sichtbaren Pyramide des M. Catogne sich gegen Orsières herabsenken, müssen jedem, der die Strasse des Grossen Bernhards verfolgt hat, aufgefallen sein. — Diess Verhältniss der Kalksteinbildung zu den Feldspathgesteinen wiederholt sich am südlichen Ende der Centralmasse. Die Kalk- und Sandsteinlager, die den Col des Fours umgeben, sind steil gegen die Aiguille de Belleval, den äussersten Gipfel des Gneisgebirges aufgerichtet, und stehn im Contact vertical, aber ein Ueberhängen des Gneises über dieselben findet nicht statt. Ruft man sich die einzelnen Elemente dieser Centralmasse zu einer Gesammtvorstellung

in die Erinnerung zurück, die mächtige Entwicklung des Granits in ihrem mittleren Theile, wo die Masse ihre grösste Höhe und Breite erreicht, die fächerförmige Stratification desselben, das Uebergreifen des Protogins und der krystallinischen Schiefer über den Kalk, der auf beiden Seiten des Gebirges ihre Grundlage bildet, das Anlehnen dieser Kalksteine an den zwei Enden der Centralmasse, wo diese sich erniedrigt und auskeilt, so scheint die Skizze einer Erklärung dieser Verhältnisse sich von selbst zu entwerfen. Das Feldspathgebirge, oder doch Bestandtheile desselben, sind aus der Tiefe gestiegen und haben den früheren Sedimentboden durchbrochen und zum Theil zerstört oder umgewandelt. Bei schwächerem Andrang der aufsteigenden Substanzen wurden am Rande der Spalte die Sedimentlager aufgerichtet, bei stärkerem Andrang suchte die Masse, unter dem Druck der in ihrem mittleren Theile vorgehenden Anschwellung, sich seitwärts auszudehnen, die früher aufgerichteten Sedimentlager wurden von oben her nach aussen niedergedrückt und von den Feldspathgesteinen bedeckt. Unter diesem von der Mitte aus abwärts wirkenden Druck bildete sich in dem Feldspathgebirge die fächerförmige Schieferung aus, senkrecht auf die Richtung des Drucks.

Dass die gegenwärtige Gestaltung des Hochgebirges der Montblancmasse die ursprüngliche sei, wird niemand behaupten, der auch nur aus Zeichnungen die zerrissenen Felsgräte, die schlanken Nadeln, die schroffen Abstürze kennt, welche das Eismeer des Montanvert und die hinter ihm liegenden Gletscherreviere umgeben. Fast möchte man glauben, das Gebirge habe sich, nach seiner ersten Bildung, ungefähr in der Gegend des oberen Taculgletschers am höchsten erhoben, und durch ein Zurücksinken der Masse sei das hohe Gletscherthal entstanden, das von der Mer de Glace, zwischen den zwei Reihen von Felsnadeln des Géant und der Aiguille du Midi, nach dem Montblancgipfel ansteigt. Der Querschnitt durch diese Stelle, über der, nach unserer Vermuthung, das Gebirge einst am höchsten aufgequollen war, trifft auf beiden Seiten, in Chamouni und am M. Frety oberhalb Entrèves, auf die weiteste Oeffnung des Fächers der Protoginstraten,

auf die vollständigste Ueberlagerung der Kalksteinbildung durch die Feldspathgesteine. — Es scheint auch für ein stärkeres Zuströmen der Kieselerde und des Feldspathteiges in diesem Profil zu sprechen, dass in seiner südöstlichen Fortsetzung die Feldspathmasse noch einmal die Schieferdecke durchbrochen hat und in einem mächtigen Dyke oder Stock aufgestiegen ist.

Wie Thürme am Eingang eines indischen Tempelraums, erheben sich der M. Chetif und die M. de La Saxe zur Seite der Felsschlucht, durch die man von Courmayeur her in die Lex Blanche und in V. Ferret eingeht. Die Anssicht von diesen Höhen auf die Montblanckette übertrifft an Grossartigkeit die des Cramont, da man das Gebirge bis an seinen Fuss übersieht, der auf dem Cramont, oder Grand-Mont, durch eine der Hauptkette näher liegende Reihe verdeckt wird. Beide Felsstöcke bestehn aus Feldspathgestein, und in ihrer Nähe treten die verschiedenartigen Heilquellen hervor, welche Courmayeur jährlich einen grossen Theil seiner Gäste zuziehn. Nicht weit von der M. de la Saxe entfernt befindet sich auch die Galerie des Trou des Romains, welche in unbekannter Zeit zum Abbau eines Ganges von silberführendem Bleiglanz getrieben worden ist. Mineralwasser und Erzgänge begleiten also auch hier, wie bei Servoz, die letzten Ausläufer der Centralmasse.

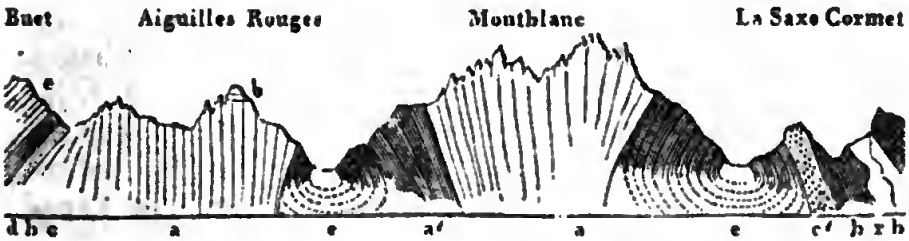
In dem Engpasse von La Saxe sieht man unmittelbar unter dem steil SO fallenden, beinah verticalen Feldspathschiefer stark glänzenden schwarzen Schiefer und körnigen Kalkstein, der Schiefergruppe angehörend, welche bei Entrêves unter die Hauptkette eingreift und auf der linken Seite des Ferret-Thales sich an den M. Carmet anschliesst. Steigt man von La Saxe, auf dem Rücken der Feldspathschiefer, in die Höhe nach dem schönen Alpboden Le Pré, so zeigt sich, in ungefähr mittlerer Höhe des Alpweges, körniger grauer Kalkstein, mit Talkablosungen, gleichförmig dem Feldspathschiefer aufgelagert, und es erscheint dieser demnach, in einer Mächtigkeit von vielleicht 30 m. und mehr, als eine Einlagerung in dem steil SO fallenden Schiefergebirge. Die Steinart dieser Einlagerung ist ein viele Quarzkörner enthaltender, mit Talk gemengter

Porphyrschiefer, bald einem Talkschiefer genähert, bald unvollkommenem Gneis, bald den Feldspathschiefern der Batia bei Martigny. Auf der NW Rückseite tritt unter dem Feldspathschiefer wieder schwarzer Schiefer hervor, und auch im Streichen der Feldspathmasse scheint diese nicht weiter nördlich fortzusetzen. Der Bergrücken ist flach gerundet und bewachsen, die Formen deuten auf weichere Gesteine, und an vielen Stellen gehn auch wirklich schwarze Schiefer und Kalksteine zu Tage. Eine kleine halbe Stunde von Le Pré erhebt sich indess auf dem Rücken eine neue Felskuppe, die Croix de la Bernada, wieder aus festeren Gesteinen bestehend, die auch in vielen Trümmern den Abfall bedecken. Die Steinart ist verschieden von derjenigen bei Le Pré und stimmt mehr mit den gneisähnlichen Quarziten überein, die in der Tarentaise und im südlichen Wallis häufig dem Schiefer eingelagert sind und, wegen stärkerem Widerstand gegen die Zerstörung, die Gipfel und Gräte der Gebirgsketten bilden. Im Niedersteigen von der Croix de la Bernada nach der am Nordabfall der Kette liegenden Gruppe von Alphütten Le Leuchet fand ich im Kalkstein, der die Grundlage der Porphyrschiefer und Quarzite bildet, Belemniten. — Auf der anderen Seite des Felspasses, worin die Bäder La Saxe liegen, erheben sich die Feldspathgesteine in dem merkwürdig gestalteten M. Chetif oder Pain de Sucre, der wohl früher mit der M. de la Saxe nur eine Masse bilden mochte. — Es lassen die Gesteine dieser beiden Pfeiler noch eine andere Deutung zu, die wir nicht übersehen wollen. Die Steinart erinnert, in mehreren ihrer Abänderungen, an talkreichere Verrucanoschiefer, und es liegt auch die Gebirgsreihe in der Fortsetzung des Verrucano von Chapiu. Auf der M. de la Saxe besteht die Verlängerung der Feldspathschiefer aus Quarzit. Betrachtet man den Belemnitenkalk von Leuchet, als dem Lias von Col des Encombres entsprechend, so wiederholen sich hier die dortigen Lagerungsverhältnisse, und es folgen auf einander: *Lias*, *Verrucano*, *Oberer Anthracitschiefer*.

Der längst verlassene Bergbau bei La Saxe ist nicht der einzige, der im Umfang der Montblancmasse, theils

früher versucht worden ist, theils noch im Betrieb steht; so wie auch Mineralwasser noch an mehreren Stellen diesem Umfang entspringen. In der Léx Blanche wurde früher, hoch am Abfall des M. Suc oder der Aiguilles Rouges nach dem Miagegletscher, auf silberhaltenden Bleiglanz gearbeitet. Eben so oberhalb le Motet, auf der Westseite des Col de la Seigne. In entgegengesetzter Richtung stossen wir im wallisischen V. Ferret, im unteren Theil der Alpweiden von Bondarei, auf zwei Mineralquellen, die eine ein Schwefelwasser, die andere ein Eisenwasser. Auf der linken Thalseite, zwischen La Folie und Prà-Jone befindet sich ein verlassener Stollen auf Eisenerz. Der Bau am Nordabfall des M. Catogne auf Kupfer- und Bleierze, welche in La Valette verschmolzen wurden, stand bereits zur Zeit von Saussure's Reisen stille. Dagegen wird jetzt noch für den Hohofen von Ardon rüstiger Bergbau getrieben auf der Höhe von Chemin, rechts oberhalb der Strasse von Sembranchier nach Martigny. Das Erz ist ein klein- bis feinkörniger Magneteisenstein. Die Gruben stehn in SO fallendem Talkschiefer, auf einer breiten Hochfläche, auf welcher man eine ausgedehnte Aussicht auf die Gebirge der Savoyer-, Waadtländer- und Berneralpen geniesst. Im Hintergrund der Terrasse erheben sich Kalkfelsen, dem Talkschiefer aufliegend, mit SO Schichtenfall nach dem Ausgang der V. de Bagne. Sie müssen als die NO Fortsetzung der Kalktafel des M. Catogne betrachtet werden. Nicht weit vom nördlichen Ende dieser Talkschiefer finden wir die Heilquelle von Saxon.

Der beistehende Durchschnitt durch die beiden Central-



a Protogin.
a' Kryetallinische Schiefer.
b Anthracitschiefer.
c Verrucano.
c' Feldspathschiefer.
d Dolomitischer Kalk.
e Schwarzer Kalk und Schiefer.
r Gyps.

massen der Aiguilles Rouges und des Montblanc und die sie einschliessenden Kalk- und Schieferketten wird eine noch deutlichere Vorstellung der wichtigeren Verhältnisse dieser Gebirgsgruppe gehen.

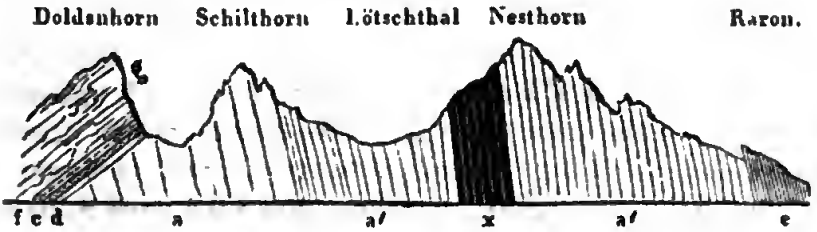
3. Centralmasse des Finsteraarhorns.

Ungeacht der weit grösseren Ausdehnung, und des abweichenden Streichens dieser Centralmasse, zeigt sie mehrere, und zum Theil kaum erwartete Analogien mit den beiden vorhin beschriebenen. Der Alpengranit erreicht seine mächtigste Entwicklung im mittleren Theile der Masse, in den Durchschnitten der Grimsel- und Gotthardstrassen; während an beiden Enden, im Lötschthale und am Tödi, vorherrschend unvollkommener Gneis, Talk- und Glimmerschiefer, oder Quarzite auftreten. Diese Steinarten umziehen auch, in einer breiten Zone, den ganzen nördlichen Rand der Masse, und lagern sich hier zwischen den Alpengranit und das nördlich anstossende Kalksteingebirge, während am südlichen Rande Granit, oder mit ihm verbundene Hornblendgesteine meist unmittelbar an den schwarzen Schiefer angrenzen. Die Fächerstructur ist im mittleren Theile, wo der Alpengranit am mächtigsten auftritt, besonders deutlich entwickelt, und hier auch zeigt sich, am Nordrande, das auffallende Uebergreifen und Eingreifen der Quarzite und Gneise in das Kalksteingebirge. Vielleicht nur zufällig ist das Lötschthal, und der Hintergrund von Lauterbrunnen, wie das SW Ende der Aiguilles Rouges, besonders reich an silberführendem Bleiglanz. Der Abbau im Lauterbrunnenthale ist in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts aufgegeben worden, und wird gegenwärtig nur auf den das Erz begleitenden Schwerspath fortgesetzt. Im Lötschthale ist der Abbau der Erze in den letzten Jahren mit grösserer Anstrengung wieder aufgenommen worden.

An die Stelle des Streichens in N 20 bis 40 O, der beiden savoyischen Centralmassen, wird nun h. 4½ bis h. 5½ oder N 50 bis 60 O das herrschende, parallel dem Ober-Wallis, von Brig bis zur Furca, und dem Vorder-Rheinthal.

aber doch weniger von jenem Streichen abweichend, als Mittel-Wallis, von Martinach bis Brig, und die nördlich es begrenzende Kalkkette, in deren Grundlage man glauben möchte, dass die savoyischen Granite in die mittelschweizerischen fortsetzen. Die südliche Verlängerung der Finsteraarhornmasse würde die Gebirge und Thäler des südlichen Wallis schief durchsetzen, und sich mit der Montblancmasse, ungefähr im Montblancgipfel selbst kreuzen.

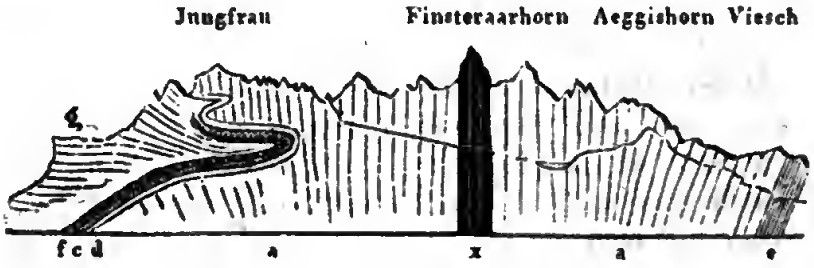
In dem Durchschnitte, durch das westliche Ende unserer Centralmasse, längs der Lonza aufwärts und über den Lötschgletscher nach Gasteren, ist das Fallen stets steil S bis vertical. An diese S fallenden krystallinischen Schiefer lehnen sich die Kalktafeln von Raron, wie am östlichen Ende der Montblancmasse diejenigen von Orsières dem Gneis des M. Catogne aufsitzen.



a Granit.
a' Krystallinische Schiefer.
x Hornblendschiefer.
e Grauer Kalkstein.
d Dolomitischer Kalk.
e Quarzit.
f Eisenoolith.
g Mittel-Jurakalk.

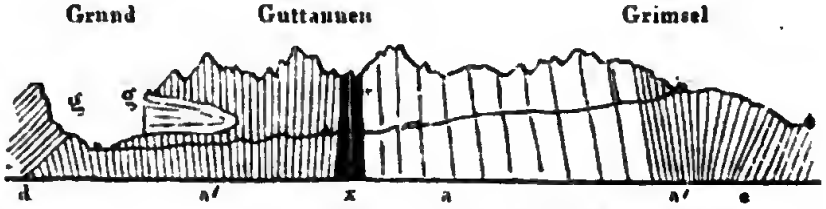
Auch zwischen Naters und Möril zeigen die anstehenden Gneise und Talkschiefer steiles S Fallen. Bei Naters gehen diese Talkgneise in wahre Protogingranite über, ohne schiefrige Structur, mit bauchiger Felsbildung. Bei Viesch aber, im Querschnitt, an dessen nördlichem Ende die Jungfrau steht, fallen die ersten Gneismassen, die man auf dem Wege nach dem Gletscher, oder nach dem, seines ausgezeichneten Panorama's wegen, von Touristen viel besuchten Aeggishorn trifft, steil gegen N; in der Umgebung des Aletschsees und an den Viescherhörnern stehn sie vertical; und weiter nördlich glaubt man, schon auf dieser Seite des Gebirges, S Fallen zu erkennen. Ganz entschieden herrscht es auf der Nordseite, in den Gneisgebirgen von

Lauterbrunnen und Grindelwald. Die Fächerstructur ist demnach hier vollkommen entwickelt, doch bleibt das Fallen stets sehr steil, und bildet niemals so starke Winkel mit der Verticale, wie in der Montblancmasse.



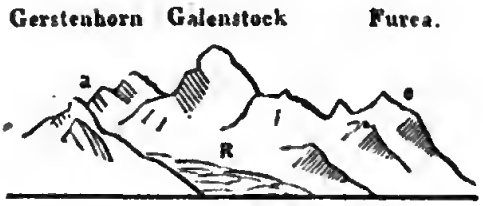
a Granit, Gneis, Glimmerschiefer.
x Hornblendgesteine.
d Dolomitischer Kalk.
c Quarzit und bunte Schiefer.
f Eisenoolith.
g Mittlerer Jurakalk.
e Grüne metam. Schiefer.

Eben so im Durchschnitt der Grimsel. Vom Fuss des Gebirges, von Obergestelen aufwärts, N fallender schwarzer Schiefer und Gneis bis nahe zur Höhe des Passes, hier verticale Stellung derselben Gesteine, und bereits im Aargrund und beim Spital, S Fallen, mit 80 0 nach S 20 O; weiter abwärts anhaltendes S Fallen, das bei Guttannen sich bis auf einen Fallwinkel von 60 0 verflacht und nach S 40 O umdreht.



a Granit.
a' Gneis und Glimmerschiefer.
d Dolomitischer Kalk.
e Schwarzer Kalk und Schiefer.
g Mittlerer Jurakalk.
x Lavezstein.

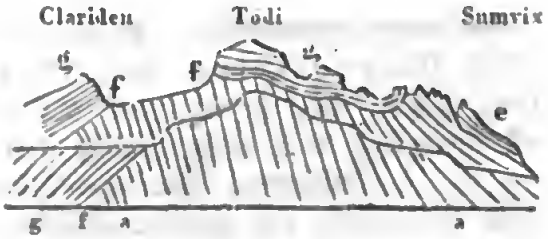
Von der Grimselhöhe sieht man diese synklinale Schieferung deutlich in der Gebirgsreihe, die östlich vom Rhônegletscher in den Galenstock und zur Furca fortsetzt.



a Gneis. R Rhônegletscher.
e Schwarze Kalksteine und Schiefer.

In dem oft beschriebenen Durchschnitte der Gotthardstrasse hat man den Südrand der Finsteraarhornmasse zwischen Andermatt und dem Urnerloch zu suchen. Er scheint hier durch eine Einlagerung von Marmor bezeichnet zu sein, die man als die östliche Fortsetzung des schwarzen Kalkschiefers des Betzberges zu betrachten hat. Der am Urnerloch anstehende Gneis fällt jedoch steil S, und in der Felskluft der Schöllinen zeigt das granitisch gewordene Gestein so vielfache Zerklüftung, dass man unsicher ist, welche man als Stratification anerkennen solle. Nach genauerer Untersuchung muss man sich doch wohl für steiles S Fallen entscheiden, und dieses hält auch das Reussthal abwärts an, bis wo sich, bei Erstfeld, Gneis und Glimmerschiefer unter der Kalkdecke verlieren. Nicht anders zeigen sich die Verhältnisse, wenn man von Tavetsch den Weg über den Kreuzlipass einschlägt. Die Fächerstructur hat sich hier verloren, und, wie am Ostende der beiden vorigen Massen, ist reines, der Verticale genähertes Südfallen an ihre Stelle getreten.

Wie das westliche Ende der Gneismasse unter den mächtigen Kalkstock der Altels einsinkt, so hat sie, an ihrem östlichen Ende, die hohe Masse des Tödi nicht mehr abzuwerfen vermocht. In einem schmalen Buckel tauchen die krystallinischen Schiefer noch einmal, östlich vom Tödi, in dem öden Limmerentobel hervor, dann versehwinden sie auf der Nordseite der Wasserscheide für immer unter der Kalk- und Schieferdecke. Wie schon am Gotthard, ist auch hier die Fächerstructur nicht mehr vorhanden, Die Schieferung streicht auf der Höhe des Sandalppasses im Meridian, und fällt, wie ein aufgebrochenes Gewölbe, antiklinal, im übrigen Theile der Masse herrscht, wie am westlichen Ende, Südfallen.



a Gneis und Talkschiefer.
f Eisenoolith.
e Dunkler Kalkstein.
g Mittlerer Jurakalk.

Die Steinart zeigt, nach Escher, sehr beachtenswerthe Uebergänge. Auf der Südseite des Tödi ist der Gneis noch ausgezeichnet entwickelt, und mit ihm verbindet sich daselbst ein schöner, mit Diorit verwachsener Granit, der zolllange Feldspathzwillinge einschliesst. Auf der Höhe des Gebirges aber, und auf der Nordseite abwärts, bis unterhalb der Sandalp, herrschen talkige Quarzitschiefer, bald durch Aufnahme von Feldspath in Gneis übergehend, bald mehr dem Talk- oder Glimmerschiefer genähert. Mit dem Gneis der Südseite sind diese Schiefer durch unmerkliche Uebergänge verbunden; in grösserer Entfernung aber werden sie den talkigen Schiefern des Verrucano so ähnlich, dass man zwischen beiden Gesteinen keinen Unterschied anzugeben wüsste. Dieselbe Umwandlung ergreift weiter östlich auch die Gneise des Vorder-Rheinthales, die sich hier mit den letzten Ausläufern der Gotthardmasse vereinigen, und die Streifen dieser Verrucanoschiefer lassen sich, zwischen den grauen und schwarzen Kalk- und Thonschiefern, bis nach Reichenau und an den Calanda verfolgen.

Die Lagerungsverhältnisse dieser Centralmasse, zum anstossenden Kalk- und Schiefergebirge, stimmen überein mit den in Savoyen beobachteten, sind aber zum Theil weit grossartiger und deutlicher aufgeschlossen. Wo am Südrande die Gneisstraten nach S fallen, sind die Kalksteintafeln oder die schwarzen Schiefer dem Gneisgebirge auf- oder angelagert. So bei Raron und Möril, und, nach dem östlichen Ende zu, am Betzberg und am Abfall des Tödi, nach dem Vorder-Rheinthal. In den Profilen mit Fächerstructur dagegen, wo der Gneis gegen N fällt, zeigen auch die schwarzen Schiefer und Kalksteine N Fallen

und werden vom Gneis überlagert; so am südlichen Fuss der Grimsel bei Obergestelen und Oberwald, und über die Furca gegen Realp hin.

Die merkwürdigsten Aufschlüsse, über den Contact der krystallinischen und sedimentären Bildungen, finden wir jedoch längs dem Nordrande der Masse, offenbar wohl, weil die tiefe Thalbildung hier das Gebirge, quer durch die Berührungsfläche eingreifend, bis an den inneren Kern aufgerissen hat.

Bereits auf der Bachalp, oberhalb Leuk, scheint ein keilförmiges Eingreifen des Gneisgebirges in das es umziehende Kalksteingebirge angenommen werden zu müssen. Die beiden mittleren der vier die Bachalp vom Lötschthal trennenden Gipfel, das Grosshorn und die nördlich daran grenzende Kuppe, bestehen aus S fallendem Gneis und treten, zwischen den links und rechts sie einschliessenden Kalksteinkuppen, in die Bachalp ein, wie ein Dyke, durch welchen die Kalkdecke gesprengt, und nach beiden Seiten verschoben wurde. Auch im Ansteigen von Ferden nach dem Lötschpasse und nach Gasteren, glaubt man oberhalb Kumialp ein gegenseitiges, keilförmiges Eingreifen wahrzunehmen, einen Wechsel horizontaler, vom östlichen Gneisgebirge ausgehender Gneisstreifen mit Streifen von dolomitischem Kalkstein und Quarzit, die mit dem Kalkgebirge des Balmhorns in Verbindung stehn. Im Grossen betrachtet, ist jedoch hier die hohe Masse des Balmhorns und der Altels, der Blümelisalp und des Doldenhorns deutlich dem Gneis und Granit aufgesetzt, und man sieht diese Gesteine, im Lötschthal, auf dem Gletscher und in Gasteren, die Unterlage der viele tausend Fuss hohen schroffen Kalkwände bilden.

Das wundervolle Gasterenthal eignet sich vortrefflich zu einem Studium dieser Verhältnisse. Die mannigfaltigen Biegungen und Verschlingungen der Kalk- und Schieferlagen an den Felswänden der auseinander gerissenen Massen der Altels und des Doldenhorns, und die Umwandlung der untersten Lager in Marmor und dolomitischen Kalk beweisen offenbar, dass hier, wie in Savoyen, das Kalkgebirge früher da war, als das in seiner Grund-

lage hervortretende Feldspathgebirge. Dieses letztere, das zugleich auch die Grundlage der S fallenden Gneise und Hornblendschiefer des Lötschthales bildet, besteht aus wahrem Granit, einem kleinkörnigen Gemenge von weissem Feldspath, grauem Quarz und wenigem braunem Glimmer, im Kleinen ohne Spur von Schieferung, im Grossen in steil S fallende Tafeln zerspalten. Eine damit verwachsene Abänderung enthält, wie auf der SW Seite der Aiguilles Rouges, rosenrothen bis dunkelrothen Feldspath und dunkelgrünen Talk. Auch die vielen weissen Euritgänge, die in diesen Gesteinen aufsteigen, erinnern an die westlichen Centralmassen.

Am östlichen Abfall des Tschingelgletschers nach Ammerten, dem hinteren Theile von Lauterbrunnen, sieht man den Granit ebenfalls unter der Kalkdecke hervortreten. Der tiefere Thalgrund von Ammerten, bis in die Höhe, wo die alten Erzstollen ausgehen, ist in Granit eingeschnitten, und erst oberhalb der schmalen Terrasse der Steinbergalp, beginnt auf der linken Thalseite die noch mehrere hundert Fuss mächtige Decke der metamorphischen Zwischenbildungen und des Kalksteins. Die rechte Thalseite besteht, bis auf den Kamm des Mittagshorn und der Ebnefluh, nur aus Gneis und Granit. Beide Steinarten gehn in einander über, und nähern sich theilweise auch dem Glimmerschiefer oder einem Granit, der Pinit statt Feldspath enthält, und an Quarzit erinnert. Die Stratification ist unklar, zeigt aber doch, wo sie erkennbar ist, steiles S Fallen. Eine Stufe führt aus Ammerten abwärts nach Lauterbrunnen. Sie bezeichnet das Durchstreichen der Kalkkette der Blümelisalp und des Gspaltenhorns nach dem östlich aufsteigenden Silberhorn, der vorderen Stufe der Jungfrau. Der Gipfel der Jungfrau bleibt etwas zurück und besteht aus Gneis-Granit; aber unter demselben sieht man einen kleineren oberen und einen mächtigeren und längeren unteren Ausläufer des Kalkgebirges horizontal in den Granit eindringen (S. 178). Die Kalklager am Ende der Ausläufer scheinen umgebogen, wie der Rücken eines Buches Papier, die Steinart ist zum Theil unverändert, zum Theil in weissen oder bunten durchscheinenden Kalk-

stein, oder in dolomitischen Kalk, oder in Rauchwacke umgewandelt. Doch erstrecken sich diese Umänderungen nie weit von der Contactfläche, und man findet auch leicht nahe an der Grenze wenige Linien dicke Kalkschiefer mitten im Granit, die keine Spur plutonischer Einwirkung tragen. So oft ich nun dieses grandiose Profil, von wohl 3000 m verticaler Höhe, längs den zugänglichen Stellen der Contactfläche verfolgt, oder von den gegenüberliegenden Höhen betrachtet habe, es drängt unabweisbar zu der Annahme, dass durch den Granit der Kalk, theils gehoben, theils umgefalzt und auf sich selbst zurückgeworfen worden sei, zu der Annahme also, dass das Feldspathgestein teigartig sich an den Rand des aufgebrochenen Kalkgebirges angepresst, dasselbe gefaltet, durchdrungen und übergossen habe. Eine sehr hohe Temperatur scheint jedoch nicht eingewirkt zu haben, und eine Theorie der Granitbildung, die einen lange anhaltenden, dem Schmelzpunkt der Bestandtheile des Granits gleich kommenden Hitzegrad voraussetzt, lässt sich mit den vorliegenden Thatsachen kaum vereinigen. Der Kalkstein, sollte man glauben, hätte, in eine glühende Granitmasse eingewickelt, nicht nur an einzelnen Stellen der Grenze, sondern bis in seinen innersten Kern geschmolzen und in salinischen Marmor umgewandelt werden müssen. Die verticale oder steil S fallende Schieferung des Granits, die ohnehin oft kaum bemerkbar ist, und besonders in der Nähe der Kalkgrenze meistens fehlt, kann aber offenbar hier nicht als eine Sedimentschichtung begriffen werden. Sie muss sich gebildet haben, als die beiden Steinarten bereits ihre jetzige gegenseitige Lage erhalten hatten.

Der nächste Einschnitt des Gebirges, durch welchen der untere Gletscher von Grindelwald heraustritt, zeigt analoge Verhältnisse. Der Eiger gehört noch der Kalkkette an, und bietet, in Bezug auf Schichtung und Zerklüftung, Eigenthümlichkeiten dar, die ein genaues, an den vertical zum Gletscher abstürzenden Felsen jedoch fast unmögliches Studium sehr wünschbar machen. Seine horizontalen Lager werden an der Granitgrenze von verticalen, in der Tiefe nach vorn gebogenen Klüften durchsetzt, die so regelmässig sind, dass man ungewiss bleiben könnte, ob

nicht wirklich, wie an der Jungfrau und an den östlichen Felsstöcken eine C förmige Umbiegung der Lager statt finde, wenn man nicht die horizontale Schichtung noch quer durch diese Schieferung hindurch verfolgen könnte. Die Grenze zwischen Kalk und Granit steigt fast vertical, in der Höhe etwas nach Nord gebogen, nach dem Grate, der den Eiger mit dem Mönch verbindet, und der letztere liegt noch im Granitgebiete, in der Fortsetzung des Jungfraugipfels. Auf der rechten Seite des Gletscherthales, an den Abstürzen des Mettenberges, kann man an vielen Stellen, sowohl im Thalbintergrund, bei der Alphütte der Stiereck, als auf der Höhe des Jägigrates und auf Gwächten, die Grenze der beiden Steinarten erreichen, und man überzeugt sich vollkommen von der C förmigen Umbiegung der Kalklager, welche den vorderen, 1000 m. hohen Absturz des Mettenbergs bilden, und der mächtigen Auflagerung von Gneis auf dem oberen Schenkel der zurückgebogenen Lagermasse. Es ist dieser Gneis der nördliche Ausläufer der Kette, deren höchste Gipfel den zackigten Felskamm des Schreckhorns bilden. Vor 80 Jahren bereits hat de Saussure diese Umbiegung der Kalklager nach oben und die steile Einsenkung des Gneises an der Grenze beobachtet, und seine Ansicht über dieses Lagerungsverhältniss ist wesentlich dieselbe, die wir noch jetzt festhalten. „Ce fait, sagt er (§. 1677), fournit un bel exemple des refoulemens, que je regarde comme la cause générale du redressement des couches originairement horizontales.“

Der Besuch des nächsten Querthales, dessen Grund der obere Gletscher von Grindelwald bedeckt, ist mit grösseren Schwierigkeiten verbunden. Man kann, weder über den wild zerborstenen Gletscher, noch längs seinem, von hohen Felswänden begrenzten Rande vordringen. Ein einziger, halsbrechender Pfad führt in schwindelnder Höhe, längs dem Absturze des Wetterhornes und um seine westliche Kante umbiegend, einwärts in das Gletscherthal, und längs dem Ostrande des Gletschers lässt sich, bald auf der Gandecke, bald über Grasweiden, ziemlich leicht fortschreiten. Bald jedoch führt der Pfad über nackte und glatte, am unteren Ende lothrecht abgestürzte Kalkflächen, so dass jedes Aus-

glitschen den Tod bringen würde. Es ist die gefährlichste Stelle des Weges, die zu grösserer Behutsamkeit nöthigt; mit ihr sind alle Schwierigkeiten überwunden, man übersteigt noch einen mit Weide bekleideten Vorsprung, zu der Schafalp des Oberbergs gehörend, und gelangt über Gneisfelsen abwärts in den Hintergrund des Thales.

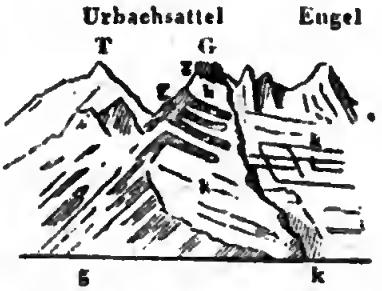
Die Ansicht der Ostseite des Mettenbergs entspricht im Allgemeinen derjenigen seiner Westseite: der Gneis überdeckt die über 1000 m. hohe Kalkmasse bis nahe an den vorderen Absturz. Die C förmige Umbiegung am hinteren Theil der Kalkmasse ist nicht deutlich zu erkennen; dagegen sieht man ein mächtiges Kalkstück mitten im Gneis, als ob ein abgebrochenes Lager von Gneisteig umschlossen worden wäre.

Auch der untere Theil des Wetterhorns besteht bis zum Oberberg aus Kalk, die obere Masse aus Gneis, und eine C förmige Umbiegung an der hinteren Gneisgrenze tritt ziemlich klar hervor. Es scheint jedoch die Kalkmasse unter der Last der höchsten Gipfel zerquetscht und niedergedrückt, das Knie der Biegung und das Ausgehende der oberen Lager hierdurch in die Höhe gepresst worden zu sein, so dass an der Vorderseite der Kalk den Gneis ganz umschliessen und bis auf den höchsten Grat steigen dürfte.

In beiden Gletscherthälern gewinnt man, besser noch als an der Jungfrau, die Ueberzeugung, dass die Schieferung des Gneises nicht Schichtung, nicht Folge von Sedimentbildung, sondern abhängig sei von dem die Gesammterstreckung und die allgemeine Structur der Centralmasse beherrschenden Princip, das sich im Bau dieser, wie in dem der anderen Centralmassen geltend macht. Obgleich auch hier in der Nähe des Kalkes die Gneisstratification zuweilen nicht zu erkennen ist, und die Steinart sich mehr einem aus Quarz und Glimmer gemengten Quarzit nähert, so ist doch häufiger noch die Masse als deutlicher Gneis entwickelt, nicht wesentlich verschieden von den Gneisen der Grimsel oder des Gotthards, und die Schieferung ist constant steil südlich, der Axe der Centralmasse zufallend, es mag der Gneis in der Basis des Kalks erscheinen, oder

längs der Kniebildung in die Höhe steigen, oder als Decke der Kalkmassen sich nach dem vorderen Absturz ausdehnen.

Die lehrreichsten Aufschlüsse über diese Randverhältnisse unserer Centralmasse gewährt der Hintergrund des Urbachthales, und besonders der schmale Kamm des Urbachsattels, zwischen dem Tossenhorn und dem Gstellihorn. Man ersteigt denselben ohne grössere Schwierigkeit vom Urbachthal her, wenn man über die steile Laucherlialp aufwärts die oberste Höhe gewinnt. Weniger lohnend für den Geologen und nur mit guten Führern zu wagen ist der Weg über die trügerischen Kalkfelsen auf der Nordseite des Rosenlauigletschers, und aufwärts durch das Gewirre zerborstener Eistafeln des Gletschers selbst. Man sieht, zwischen Laucherli und dem Sattel, den



T Tossenhorn. k Kalkstein.
G Gstellihorn. g Gneis.

Gneis in mehreren Keilen oder liegenden Gängen zwischen die Kalklager eindringen, der Gipfel des Gstellihorns selbst besteht noch aus Gneis, als Zeuge der einst weit grösseren Höhe des Gebirges, da man diesen isolirten Gneisgipfel nur als den Ueberrest eines, den tieferen ähnlichen Keiles betrachten kann, der ursprünglich wie diese mit der Masse des Tossenhorns in Verbindung stand. Die Gneiskeile endigen im Kalk meist mit voller Mächtigkeit, wie abgeschnitten, und schliessen eckigte Partie'n von dunkelm, glimmerigem Hornfels ein, die man wohl als umgewandelte Trümmer von Sedimentgesteinen zu betrachten hat. Der Kalk zwischen den Gneiskeilen und um ihr Ende herum zeigt Spuren mechanischer und chemischer metamorphischer Einwirkung, verworrene Schichtung, grössere Zähigkeit, rothe oder graue Färbung, eingemengte Talkblätter, Ueber-

gang in Breccie und Rauchwacke, Anhäufung von Eisenoxyd. Viele Stellen, zum Theil im Contact, oder innig verwachsen mit Gneis, sind jedoch ganz verschont geblieben; es sind gewöhnliche graue dichte Kalksteine, worin wohl erhaltene Belemniten und Ammoniten vorkommen. Die meisten Petrefacten finden sich in der Nähe der äussersten Keilenden des Gneises, in einem blaulich grauen dichten Kalkstein, worin Körnchen von Eisenoxyd eingespreugt sind, oder der auch ganz in Eisenoolith übergeht, während weiter auswärts, in grösserer Entfernung von dem Gneise, beinah keine Spur organischer Ueberreste im Kalkstein zu entdecken ist. Die wichtigste Thatsache, die dieses schöne Profil darbietet, ist aber wieder die steil S fallende Schieferung des Gneises. Es zeigt sich dieselbe auf dem Urbachsattel, in allen mächtigeren Gneiskeilen, in der tieferen Gneisgrundlage, am Fuss des Laucherli, wie am Thalausgange, und in allen diesen vielfach gezackten Ausläufern bleibt diese Schieferung derjenigen der weiter einwärts liegenden Gneisgebirge, des Tossenhorns und der Umgebungen von Gauli, so constant parallel, dass man bei flüchtiger Betrachtung wohl annehmen könnte, das Gneisgebirge sei wirklich älter als der Kalk, und seine gegenwärtigen Umrisse längs demselben seien durch Zerstörung seiner Masse entstanden, eine Ansicht, von der man sogleich zurück kommen muss, wenn man sich die Verhältnisse in Grindelwald und den auch hier deutlichen metamorphischen Einfluss auf den Kalk wieder in die Erinnerung zurückruft.

Die Unmöglichkeit, jene Ansicht festzuhalten, ergibt sich auch sogleich, wenn man einen Blick auf die gegenüber liegende Thalseite, auf die Gebirge des Laubstocks und Tristenstocks wirft. Wie am Mettenberg wird eine mehrere tausend Fuss mächtige Kalkmasse hier wieder bis auf die Kante des vorderen Absturzes von Gneis und Glimmerschiefer bedeckt. Die tiefer eingeschnittenen Thäler dieser Gegend haben aber auch in der Grundlage des Kalks den Gneis rings herum, in Urbach, im Grund und im Guttanneuthale, bloss gelegt, so dass derselbe, wie in einer Kneipzange, oben und unten den Kalk umschliesst. Bei Rohrmatten, wo die Kalkmasse sich auskeilt, und

der obere Gneis sich mit dem unteren vereinigt, kommen im Gneis grössere Nester von weissem Marmor vor, als abgetrennte Trümmer der vorderen Hauptmasse.

Es wiederholen sich diese Verhältnisse in dem Vorsprung des Gebirges, der Guttannen von Gadmen trennt. Die Zeichnung (S. 178) stellt das Profil des Pfaffenkopfs und Benzlauistocks dar, und in der Fortsetzung des Kalkkeils bricht auch unterhalb Gadmen, an der Schaftelen, nesterweise weisser Marmor im Gneis, zum Theil von sehr feinem Korn, aber öfters mit Quarz gemengt. Auf der anderen Seite des Sustenpasses, an der südlichen Felswand des Meyenthales, hat Escher (Jahrb. 1845) einen mehrere hundert Fuss mächtigen Kalkstreifen näher untersucht, der als die Verlängerung jener Kalkmassen betrachtet werden muss, und es scheint derselbe, wenn auch mit Unterbrechungen, bis an das Reussthal fortzusetzen.

Das merkwürdige Kesselthal Hasli im Grund, in welchem fünf Thäler radienartig zusammenlaufen, scheint wie durch den centralen Stoss eines Erdbebens aufgesprengt zu sein. Die vom Gneis umschlossenen Kalkmassen des Laubstocks und Pfaffenkopfs, mit schroffem, dem Thal zugekehrtem Absturz, sind offenbar abgebrochene Theile des gegenüberliegenden Kalkgebirges; am Rande des ganz flachen, wahrscheinlich durch Sedimente eines abgeflossenen See's gebildeten Thalbodens geht rings herum Gneis oder ein unvollkommener Granit zu Tage, während weiterhin, bei Meiringen, diese Gesteine unter dem Thalboden verschwunden sind. Der Thalkessel von Grund ist daher durch Hebung seines Bodens, nicht durch Einsturz entstanden; er entspricht der Vorstellung eines Erhebungskraters, und die davon auslaufenden Thäler sind die Barancos desselben. Jedenfalls erkennen wir hier deutlich, dass die Thalbildung, welche den Laubstock von dem Engel und Pfaffenkopf und diese drei Gebirge von der Kalkmasse des Hasliberges losgerissen hat, dass die Entstehung nämlich des Urbachthales, Guttannenthales, Gadmenthales und von Hasli im Grund ein ganz anderes und späteres Ereigniss ist, als das Eindringen des Gneises

in das Kalkgebirge und die Entstehung der vorhin erwähnten Contactverhältnisse. Dieselbe Schlussfolgerung muss nothwendig ausgedehnt werden auf die beiden Gletscherthäler in Grindelwald, auf Lauterbrunnen und Gasteren, d. i. auf die Mehrzahl, wo nicht auf alle Spaltenthäler, welche am Nordrande unserer Centralmasse zugleich das Kalk- und das Granitgebirge durchschneiden. Will man demnach, und wohl mit Recht, die Entstehung dieser Spaltenthäler durch eine Hebung der Grundlage erklären, so ist die Ursache dieser Hebung nicht etwa, wie man leicht verleitet werden könnte, anzunehmen, in dem Aufsprengen der alten Sedimentdecke durch den sich hervorpressenden Granit zu suchen, obgleich auch dieses Ereigniss eine wahrscheinlich starke Hebung und Thalbildung erzeugt haben wird. Es muss dieser ersten Hebung eine zweite gefolgt sein, zu einer Zeit, als bereits Granit und Kalk ihre gegenseitige in einander eingreifende Stellung eingenommen hatten, und diese zweite Hebung sprengte die Querthäler auf, die den vorzüglichsten Reiz des Berner Oberlandes ausmachen, sie entblösste die schönen Profile, welche hier einen Blick in die innere Structur dieser Gebirge gestatten.

Während die bis hieher fortgesetzte Bereisung der Nordgrenze uns neue Beweise lieferte, für die starke, von der Axe aus nach dem Rande wirkende Pressung, welche die Bildung der krystallinischen Centralmassen begleitet haben muss, führt uns die Grimselstrasse quer durch die Masse an ihren Südrand und lehrt uns die Aufeinanderfolge der Steinarten im inneren Kern derselben kennen (S. 178).

Der Weg von Grund nach Guttannen führt durch krystallinische Schiefer, die zwischen Gneis und Glimmerschiefer schwanken, und steil nach S fallen. Der anstossende Fels ist jedoch meist verdeckt durch Trümmer und Vegetation. In der Nähe der Hinteren Urweid sieht man den Kalk des Laubstocks sich in den krystallinischen Schiefern auskeilen, und auch auf der rechten Thalseite sind Kalkstein und Marmor, das Ende der Kalkmasse des Pfaffenkopfs, entblösst. Eine halbe Stunde etwa nach Guttannen, wenn man nach der Handeck zu steigen anfängt, betritt man den Granit. Es ist gewöhnlicher Granit,

weisser Feldspath, grauer Quarz, schwarzer und weisser Glimmer, grüner Talk in körniger Aggregation, ohne Spur von Schieferung im Kleinen. Betrachtet man aber die felsigten Thalwände, so zeigt sich die Steinart dennoch in grosse, steil S fallende, fast verticale Tafeln abgesondert. Auch oberhalb der Handeck hält der Granit an, aber die Tafelstructur ist nicht überall deutlich. An der Hellen Platten ist er in flach convexe, treppenweise unter einander hervortretende Schalen abgesondert, während dennoch, auf der östlichen Thalseite die beinahe verticale Tafelstructur sich erkennen lässt. Bevor man das Spitalhaus erreicht, ist das Gestein wieder in Gneis übergegangen, der im Ansteigen nach der Höhe des Passes und auf diesem mehr und mehr schiefrig wird, oder auch in Glimmerschiefer übergeht.

Das Fallen ist in der Nähe des Spitals, mit 80° nach S 20 O, wird aber auf der Höhe vertical und geht an dem Abhang nach Obergestelen in N Fallen über. Der Uebergang des S Fallens in das N Fallen ist demnach hier auf den, im Verhältniss zur ganzen Breite des Profils schmalen obersten Kamm beschränkt. Die Horizontalprojection des N fallenden Schenkels der Masse, vom höchsten Kamm bis nach Oberwald, beträgt nur etwa $^1/_{10}$ derjenigen des S fallenden, vom obersten Kamm bis nach Grund, die Projection der vertical stehenden Straten kaum $^1/_{25}$ der ganzen Breite des Profils. Der Fächer ist demnach sehr unsymmetrisch ausgebildet und in seinem gegen das Wallis gekehrten Theile verkürzt. Mit dieser anomalen Structur der Gneismasse stehn unverkennbar auch die auf beiden Seiten derselben so ungleich gestalteten Contactverhältnisse in Verbindung. Der gneisartige Granit hat auf der Nordseite das Kalkgebirge von Lauterbrunnen bis an die Reuss auf sich selbst zurückgeworfen, und ist weit über dasselbe oder in dasselbe vorgedrungen; auf der Südseite ist die Ueberlagerung des Kalks durch den Granit wenig auffallend, und auf die kurze Strecke von Obergestelen bis Urseren beschränkt. Offenbar ist auf dieser Seite der von der Axe des Fächers ausgegangene Druck gehemmt, oder der bereits ausgebildete Fächer durch einen neuen, stärkeren Druck von Süd her

gequetscht und nach Nord hin gedrängt worden. Daher stehn die Granittafeln nicht, wie in den savoyischen Centralmassen, vertical über der Axe, man findet sie in schiefer Stellung, zwischen Guttannen und Grimselspital, auf der Nordseite der Wasserscheide; daher auch ist die Kalkmasse auf der Südseite bis auf eine kurze und schmale Zone verschwunden. Dieser Druck auf die Südseite ist von der Gotthardmasse, oder einem noch südlicheren Herde ausgegangen. Auch in Savoyen haben wir im Thale von Entrèves, wo keine nähere Centralmasse entgegen wirkte, das Uebergreifen des Protogins über den Kalk in grösserer Ausdehnung, als in Chamouni, wahrgenommen, und in den Aiguilles Rouges ist, unter dem Druck der Montblancmasse, die Fächerstructur in verticale Tafelstructur übergegangen.

Ueber die Contactverhältnisse des Gneis-Granits mit den krystallinischen Schiefern sammelten Desor und Escher in den Umgebungen des Aargletschers Thatsachen, welche mit den in Chamouni, auf der Blaìtière und bei Valorsine, beobachteten ganz übereinstimmen. „Von der Grimsel an, sagt Escher, (nicht gedruckte Reisebücher), bestehen beide Ketten, welche den Unteraargletscher einfassen, bis zum Thierberg und zur Mieselen, zu beiden Seiten des Abschwungs, aus Granit, dessen Schieferungsflächen sehr steil nach S 20 O fallen; die nördlich anstossenden Gebirge dagegen, in der Zone des Ewigschneehorns, Lauteraarhorns, Finsteraarhorns, stehn bereits im Gebiete der krystallinischen Schiefer, die öfters in Gneis übergehen, meist aber dem Glimmerschiefer beizuzählen sind, oder zwischen Glimmer-, Talk-, Chlorit- und Thonschiefer schwanken. Auf der Grenze beider Bildungen streicht, ungefähr eine Viertelstunde breit, eine Zone, in welcher der Granit deutlich körnig und massig, ohne Spuren von Schieferung, arm an Glimmer und Talk, daher auffallend weiss auftritt, und auf mannigfaltige Weise in den Glimmerschiefer eindringt. Es entstehn Gangerscheinungen, die an die Rosstrappe oder an Sicilien erinnern. Der Glimmerschiefer ist in der Nähe des Granits oft ganz verdichtet, fester als gewöhnlich, häufig mit Feldspath imprägnirt; die Schieferung, obgleich

meist der allgemeinen Grenzfläche parallel, ist an einzelnen Stellen vielfach geknickt und gebogen; oft auch wird sie quer durchschnitten durch breite und schmale Granitgänge, ohne dass ihre Richtung hiedurch eine Störung erleidet; der Granit umschliesst auch wohl vollständig scharfkantige Stücke von Glimmerschiefer, oder es sind an der Grenze beide Steinarten, in einer mehrere Linien breiten Zone, unter sich verwachsen und gemengt. Es ist auffallend, dass, trotz dieses gangartigen Auftretens, der Granit dennoch im Grossen der allgemein herrschenden Schieferung parallel streicht, analog den liegenden, der Schichtung des Nebengesteins parallel laufenden Trappgängen. — An der Mieselen sind diese Contacterscheinungen vorzüglich deutlich zu beobachten; sie zeigen sich aber auch am Thierberge. Man sieht an diesem vier bis fünfmal den Granit abwechseln mit dunklem Schiefer, und, bei genauer Untersuchung, erkennt man ebenfalls die erwähnten Biegungen, oder ein schiefes Abschneiden der Schieferung und gangartiges Eindringen des Granits.“

Der Grimselpass hat auch durch die äussere Gestaltung der Gesteine schon Saussure's Aufmerksamkeit erregt. Die abgerundeten sphærischen Formen, *Rundhöcker*, *Roches moutonnées*, des Gneises und Granites im Thalweg, das hauchartige oder cylindrische Hervortreten der Felsen in den Seitenwänden zeigt sich selten so constant und so auffallend. Selten auch ist der Contrast dieser tieferen gerundeten Felsen und der scharf zackigten Gräte der höchsten Felskämme so grell ausgeprägt, wie an den Ketten, welche den Aargrund auf der Grimsel und den Vorderaargletscher umgehen. Man glaubt wirklich zwei ganz verschiedenartige Steinarten zu sehen, eine untere massige und eine obere schiefrigte, und muss durch genauere Untersuchung sich überzeugen, dass diese gerundeten Buckel aus schiefrigem Gneis bestehen, der ohne Trennung in den oberen Gneis fortsetzt. Es hat auch der mit diesen Formen vertraute Saussure nicht angestanden, die Ungleichheit nur als eine äusserliche zu erklären und die Abrundung der unteren Felsen von der Erosion durch Regen und Schneewasser herzuleiten. Die deutlich bezeichnete Grenze zwischen den

unteren und oberen Felsen verträgt sich jedoch kaum mit dieser Erklärung, man begreift nicht, warum die höheren Felsen nicht auch durch Regen oder Schnee sollten gelitten haben, wie die unteren; die Erosion der Gewässer erzeugt endlich nicht convex, sondern concav gerundete, Schüssel ähnliche Formen, oder, an geneigten Flächen, dem stärksten Fall folgende Furchen. Eine Erosion durch Gletscher, wie Agassiz und seine Freunde sie für diese Gegenden voraussetzen, ist wohl die einfachste, der Natur am besten entsprechende Erklärung dieser Thatsachen.

Die Nordgrenze des Gneises lässt sich vom Grund das Gadmenthal aufwärts, am südlichen Fuss des Titlis vorbei, nach den Spanörtern und dem Reussthal verfolgen, und längs dieser Linie, so wie auch weiter östlich, längs dem südlichen Abfall der Windgelle und der Clariden, sinkt der Gneis unter das Kalkgebirge ein, ohne mehr in grösserer Erstreckung über dasselbe überzugreifen. Kleine Gneiskeile dringen jedoch, nach Escher, auch im Reusstbale noch, auf der rechten, wie auf der linken Thalseite, in den Kalk ein. Im Meyenthal wiederholt sich, wie wir vorhin gesehn, das Vorkommen einer beträchtlichen Masse von dunkelgrauem, dichtem Kalkstein, der Belemniten enthält, mitten im Gneis der rechten Thalseite, ähnlich, obgleich weniger ausgedehnt, den keilförmigen Kalkmassen des Laubstocks und Pfaffenkopfs.

Auch der schöne Durchschnitt des Reussthales, von Erstfeld aufwärts nach Urseren, lehrt keine wesentlich neuen Verhältnisse kennen. Die Stratification, erst noch am Galenstock so ausgezeichnet fächerförmig, ist nun durch das ganze Profil, so wie auch, etwas östlicher, über den Kreuzlipass, stets nach S fallend, der Verticale genähert. Der Gneis beginnt bereits unterhalb Wasen sich dem Granit zu nähern, und in dem Labyrinth von Felsblöcken, durch die man aus dem Meyenthal nach Wasen hinabsteigt, sieht man kaum eine andere Steinart, als diesen grobkörnigen, weissen, dem der Handeck ähnlichen granitischen Gneis. Durch die Schöllinen bis zum Urnerloch hat man Mühe das massig auftretende, nach mehreren Richtungen zerklüftete Gestein von wahrem, massigem

Granit zu unterscheiden. Aber dann beginnt auch sogleich wieder die gneisartige, steil S fallende Stratification sich einzufinden, und beim Austritt nach Urseren kann man über die Benennung der Steinart nicht mehr im Zweifel stehn, man befindet sich von wahrem Gneis umgeben, worin der früher erwähnte weisse Marmor eine wenig auffallende, schmale Einlagerung bildet.

4. Centralmasse des Gotthards.

Näher noch, als die Montblancmasse an die der Aiguilles Rouges, drängt sich vom Mittag her die Gotthardmasse an die des Finsteraarhorns. Die zu einem, Chamouni ähnlichen Längenthal bestimmte Niederung von Urseren ist durch Erhöhung des Thalbodens zu einer Stufe geworden, und von dem Zwischenstreifen von Schiefer und Kalkstein sind nur vereinzelte, zerrissene Partie'n, oder von Gneis und Glimmerschiefer umschlossene, in Marmor umgewandelte Nester übrig geblieben.

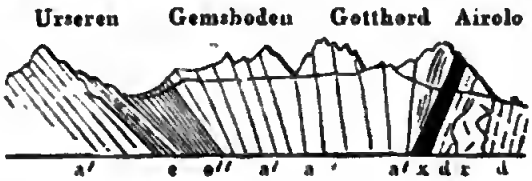
An Längenausdehnung steht diese Centralmasse gegen die vorige weit zurück; doch übertrifft sie noch die Länge der Montblancmasse, ist aber weniger breit und hoch als diese. — Das Streichen der Stratification, mit welchem ungefähr auch das der Längenaxe der Masse übereinstimmt, ist nun h. $5^1/_2$ bis h. 6, in N 60 O bis N 70 O, und entfernt sich demnach etwas mehr noch vom Meridian, als das der vorliegenden Finsteraarhornmasse. Der nach Ost gekehrte Winkelraum, der aus diesem abweichenden Streichen hervorgeht, statt, wie man erwarten dürfte, eine grössere Entwicklung der Kalk- und Schiefermasse zu gestatten, ist jedoch durch die, nach dem östlichen Ende sehr erweiterte Breite der Centralmasse, beinah ganz mit krystallinischen Schiefern bedeckt, so dass eben hier die Sedimentgesteine meist nur als Nester von Marmor auftreten, wenn man nicht auch die Hornblendgesteine und andere wahrscheinlich metamorphische Bildungen denselben beizählen will.

Der westliche Theil der Masse, dessen Ende sich unter den Kalkstein- und Schiefergebirgen von Grengiols ver-

liert, wird von den schluchtartigen Thälern der Binna, des Blinnenthals, Eginenthals, Gerenthals durchschnitten und zeigt sehr einfache Verhältnisse. Die Steinart ist Glimmerschiefer, oder ein dem Glimmerschiefer nahe stehender Gneis. Alpengranit, oder granitischer Gneis erscheinen in diesen Profilen, welche die Masse nach ihrer vollen Breite durchschneiden, eben so wenig, als am Ende anderer Centralmassen. Die Schieferung ist vollkommen vertical, und so auch die Grenzfläche gegen den anstossenden schwarzen Schiefer.

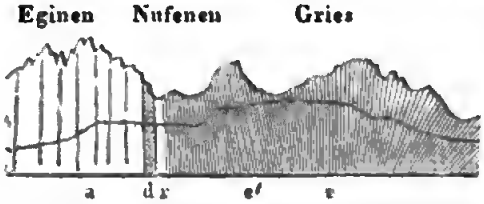
Anders schon gestalten sich die Verhältnisse am Gotthardspasse. Zunächst oberhalb Hospital erscheint ein sehr entschiedener, bräunlich grauer Glimmerschiefer, zuweilen mit vorherrschendem Quarz, mit etwa 70° S fallend; und aus demselben Gestein bestehn wohl auch die Felsen, zwischen denen hier die Reuss durchfliesst. Gegen Andermatt zu kommen, in an der Strasse eröffneten Anbrüchen, wahrscheinlich als Einlagerung, grüne Schiefer vor, ein inniges Gemenge von Chlorit und Hornblende, vielleicht der hier durchstreichenden, aber meist bis zum Unkenntlichen veränderten Kalkzone angehörend. — Aufwärts, nach dem Gemsboden zu, folgt nun bald deutlicher Gneis, zum Theil dem Granit sich nähernd, und hält an bis zum letzten Ansteigen, wo das Gestein in Glimmerschiefer zurückfällt. Das Fallen bleibt stets nach S, um so steiler, je mehr man sich der Höhe nähert. Auf der Fläche der Gotthardsee'n tritt man ein in das Gebiet des eigentlichen Gotthardgranites, der auch, zum Theil in dicke, polyedrische Blöcke zerfallen, die Gipfel der Fibia und Prosa bildet. Die Steinart erscheint massig, zeigt jedoch im Grossen eine Zerklüftung in vertical stehende h. 6 streichende Tafeln. Weisser oder gelblicher krystallinischer Feldspath, zuweilen in grossen Zwillingen, schwarzer Glimmer, verwachsen und bedeckt mit silberweissem Glimmer, und feinkörniger krystallinischer Quarz, einem ohne Cäment verbundenen Quarzsandsteine ähnlich, sind die Bestandtheile, die nur hier und da, wo der Glimmer in stärkerem Verhältniss sich einmengt, Neigung zu gestreifter Anordnung zeigen. Steigt man am Südabfall gegen V. Tremola hinunter, so stellt sich bald

wieder wahre Gneisstructur ein, aber die Straten fallen nun steil N; die Fächerstructur ist vollkommen entwickelt; dann treten, in der Mitte etwa des Abhangs, Hornblendgesteine hervor, welche den tiefer durchstreichenden Dolomit überlagern, und man hat, bevor man noch den Fuss des Berges und Airolo erreicht, bereits die südliche Grenze der centralen Gneismasse überschritten.



a Granit. d Dolomit.
a' Gneis. r Gyps.
a'' Glimmerschiefer. e Schwarze Kalkschiefer.
x Hornblendschiefer.

Wenden wir uns von Airolo, das V. Bedretto aufwärts, zurück auf die Nufenen, so finden wir die Steinarten in entgegengesetzter Lagerfolge. Der Gneis der Gotthardmasse, der die nördlichen Höhen über dem Passe bildet, fällt steil, mit wohl 80°, nach S ein; auf ihm liegt zuckerartiger weisser Dolomit, auf diesem Gyps, und über diesem der schwarze Schiefer mit Belemniten und Granaten; dasselbe Gestein, das den südlich über dem Pass sich er-



a Gneis. r Gyps.
d Dolomit. e Schwarze Schiefer.
e' Belemnitenschiefer.

hebenden Felsabsturz und die Gebirge des Griespasses bildet. Das schwarze Schiefergebirge, obgleich sehr verändert und krystallinisch entwickelt, doch immer noch durch organische Ueberreste erkennbar, erscheint hier also dem Gneis aufgelagert, ganz wie auf Grapillon am Col de Ferret, und wie man es bei normaler Aufeinanderfolge der Formationen erwarten darf. Erst in der Mitte etwa des

Bedrettothales, unterhalb Villa, beginnt die Ueberkippung des Lagersystemes. Der Gyps, der von der Nufenen abwärts der rechten Thalseite gefolgt war, und die Gneisfelsen der linken ohne Bedeckung gelassen hatte, wirft sich nun an den Fuss der linken Thalseite, höher folgen Dolomite und Hornblendgesteine, und erst in grösserer Höhe Gneis. Das Fallen wird N, die Lagerfolge kehrt sich um.

Die Fächerstructur des Gotthards erstreckt sich nach Ost hin so weit, als der Granit sich verfolgen lässt. Wenn man am Eingang der V. Canaria nach dem Schipsius ansteigt, so gewinnt man das schönste Profil dieser Aufeinanderfolge von Dolomit, Granat führendem Glimmerschiefer, Hornblendgestein und Gneis; alle diese Gesteine sind N fallend, der Dolomit am Fusse des Absturzes, der Gneis als die Decke. Durchschneidet man dann die granitische Hochfläche, und steigt auf der Nordseite nach der Unteralp nieder, so stellt auch bald wieder S Fallen sich ein, erst der Verticale genähert, dann flacher, und hält an bis an den Ausgang nach Andermatt.

Auch in dem schönen Durchschnitt des Lukmaniers wiederholen sich diese Verhältnisse. Merkwürdig aber gewinnt der südliche Theil des Fächers immer mehr an Masse und Ausdehnung, je weiter wir uns von seinem ersten Auftreten in V. Bedretto nach Osten hin entfernen. Von Olivone durch V. Zura aufwärts nach Casaccia und über den Lukmanier nach S. Maria herrscht N Fallen. Die grosse Masse des Scopi kehrt ebenfalls ihre Felsabstürze gegen Mittag und verflacht sich gegen Mitternacht. Und diese ganze Masse besteht aus schwarzem Schiefer, dem Schiefer der Nufenen, mit Einlagerungen von Gyps und Dolomit. Erst weiter nach dem Medelser-Thal abwärts bedeckt sich der Schiefer mit Gneis, der anfangs auch N fällt, dann immer mehr sich aufrichtet, in Granit übergeht, bald aber südlich fällt und durch ganz Medels bis an den Thalausgang dieser Fallrichtung treu bleibt. Die Wasserscheide hat demnach hier die Axe des Fächers, die Zone der verticalen Granitstraten, verlassen und ist in das Gebiet der N fallenden Gesteine, der leicht zerstörbaren Dolomite und Schiefer, übergesetzt. Ein neuer Beweis, dass

nicht diese Fächerstructur, oder das Aufsteigen des Alpengranits die bestehende Gebirgs- und Thalgestaltung bedingt hat. — Am Ausgang von Medels liegt Glimmerschiefer unter dem Gneis, dann folgt, zwischen Medels und Surrein, eine Vorstufe von buntem Thonschiefer und grauem Kalkstein, wie es scheint ebenfalls S fallend. Der nördliche Schenkel des Gneisfächers hat daher in diesem Profil, wie der südliche, sich dem Sedimentgesteine aufgelagert.

Zwischen Medels und Sumvix erhebt sich der Granit in einer mit ewigem Schnee und herabhängenden Gletschern bedeckten Gruppe hoch über das herumliegende Gebirgsland. Aber nur aus der Ferne lässt sich eine Ansicht dieser centralen Hochmasse gewinnen; die angrenzenden Thäler sind tief eingeschnittene, meist dicht bewaldete Schluchten, die keine freiere Umsicht gestatten. Dringt man von Surrein her in das wilde, finstere Sumvixerthal ein, so ist, bis weit hinter dem ärmlichen Sumvixerbad einwärts, nur S fallender Glimmerschiefer anstehend, bald hoch krystallinisch, bald mehr dem Thonschiefer genähert, und erst wo man in das Profil der hohen Medelserhörner eintritt, verändert sich die Steinart. Ein beträchtliches Seitenthal, von schroffen Felswänden und Gletschern umschlossen, erstreckt sich in das westliche Hochgebirge und scheint ungefähr die südliche Grenze des Glimmerschiefers zu bezeichnen. Von hier an bis zu der öden, mit Felsschutt und Schneeflecken bedeckten Hochfläche der Greina, besteht das Gebirge aus Alpengranit, grobkörnig, mit oft zolllangen Krystallen von weissem Feldspath. Der Thalbach stürzt in zahlreichen Fällen von der Greina her über wohl tausend Meter hohe Felsen in eine enge, von Granitwänden umschlossene Kluft, in der er zu verschwinden scheint, und nur hoch über dieselbe aufsteigend, lässt sich die Greinafläche und die Wasserscheide der dem Rhein und dem Tessin zufliessenden Gewässer erreichen. Der Granit zeigt bis an die Greina südliche Einsenkung, und hier legt sich auf denselben glimmeriger Schiefer, welcher im obersten, westlichen Hintergrund des Hochthales mächtige Einlagerungen von Rauchwacke und Cipollin enthält, und sich gegen die Wasserscheide zu bald als ein schwarzer, glimmeriger

Thonschiefer, oder grauer Kalkschiefer entwickelt. Man befindet sich in der Fortsetzung der Gesteine des Scopi und der Nufenen, und die angrenzenden, südlich vorliegenden Gebirge zeigen in ihren schwarzen Schluchten und Trümmerhalden, unterbrochen von einzeln hervorragenden helleren Kalkbänken, die allgemeine Verbreitung dieser Steinarten. Nur am südlichen Fuss der Greinascheidecke, im Hintergrund der V. Camadra, stösst noch die Grundlage dieser schwarzen Schiefer, ein deutlicher Gneis, zu Tage. — Der ä. Escher hat zuerst diesen einsamen, beinahe verlornen und selten besuchten Alpenübergang beschrieben und auf seine geologische Bedeutung aufmerksam gemacht.

Auf der Nordseite der Greinafläche haben wir den Schiefer und die Rauchwacke noch mit südlicher Einsenkung gesehn, auf der Wasserscheide, von der man in das Monterascathal niedersteigt, und am Abhange selbst steht derselbe vertical, weiter auswärts aber, gegen Ghirone und Olivone zu, tritt N Fallen ein. Auf der westlicheren Scheidecke, die nach Camadra führt, zeigt sich das N Fallen bereits auf der Höhe, und die Greina wird hier zu einem wenig breiten Muldenthal. Der Gotthardfächer scheint demnach vollständig in das Gebiet der schwarzen Schiefer eingedrungen zu sein. Die früher versuchte Erklärung der Fächerstructur, durch einen von der Axe aus seitwärts wirkenden Druck, kann hier offenbar keine Anwendung finden, da der Fächer aus deutlichen Sedimentgesteinen besteht, aus einem der Schieferung parallelen Wechsel von Thonschiefer, Kalkschiefer, Kalkstein, Dolomit u. s. w. In der Grundlage dieser Gesteine sehn wir aber auch die Feldspathgesteine an der synklinalen Fallrichtung Theil nehmen. Der Gneis, der im Thalboden von V. Camadra zu Tage geht, fällt gegen N ein, der Granit im Hintergrund von Sumvix gegen S, und dieser Granit steht, nur wenig westlich von Sumvix, im Medelser-Thal vertical, so dass in der Masse der Medelserhörner selbst die Umbiegung statt finden muss, in gleicher Art, wie wir den im Galenstock vertical stehenden Granit im Reussthale gegen N umgewendet, d. h. S fallend gesehn haben. In diesem letzteren Falle haben wir die veränderte Stellung

der Granitstraten aus einem von Mittag her, von der Gotthardmasse ausgegangenen Seitendruck herzuleiten versucht, und dieselbe Erklärung drängt sich uns auch hier wieder auf. Denn, es ist doch wohl nicht Zufall, dass eben da die Granitmasse der Medelsergebirge ihre verticale Stellung verlässt und sich gegen N neigt, wo, weiter südlich, die mächtige Centralmasse der Adulagebirge aufsteigt. Ziehn wir diese in das Feld der mit einander streitenden Druckkräfte, so erhält auch der Schieferfächer der Greina eine andere Bedeutung. Der nördlichere Theil desselben gehört offenbar noch dem Gotthardsysteme an, es sind die wieder in normaler Stellung befindlichen Lager, die am Scopi und in V. Canaria den Gneis unterteufen; der südliche Theil gehört zu der aufgeworfenen Umwallung der Adulamasse und steht zu dieser in gleicher Beziehung, wie der Buet zu den Aiguilles Rouges, oder der Titlis zu dem Grimselgranit.

Sind diese Ansichten über den dynamischen Zusammenhang der verschiedenen Centralmassen der Natur gemäss, so lässt sich zugleich ein nicht unwichtiges Corollar damit verbinden. Es folgt nämlich nothwendig aus denselben, dass der Seitendruck, den die Centralmassen auf ihrer Mittagseite erlitten haben, grösser gewesen sein muss, als der von ihnen nach dieser Seite ausgeübte. Sind daher die Centralmassen successiv entstanden, so muss die Altersfolge von Nord gegen Süd statt gefunden haben, die Finsteraarhornmasse muss älter sein als die Gotthardmasse, diese älter als die Adulamasse. Sind aber die Massen gleichzeitiger Entstehung, so muss der von Mittag her wirkende Druck allen Widerstand der nördlich vorliegenden Massen überwältigt haben. Die letztere Ansicht lässt sich vereinigen mit der in der Einleitung erwähnten Vorstellung des Alpensystems, als eines die piemontesisch-lombardische Ebene umschliessenden Ringgebirges, des Randes einer blasenartigen Erhebung der Erdrinde, deren innere Masse wieder zurückgesunken wäre.

Der Gneis der Gotthardmasse setzt noch, quer durch das Sumvixthal, bis an den Kavelpass fort, an dessen Ostseite, oberhalb Vrin in Lugnetz, man ihn südlich

unter den schwarzen Schiefer einfallen sieht und bis nahe an die, bereits dem Gebiet der schwarzen Schiefer angehörende Disruter-Scheideck, *Col di Sarota*, verfolgen kann. — Man verlässt im Sumvixerthal die linke Thalseite bald hinter dem Bade und steigt auf dem rechten Ufer lange aufwärts nach einer als Mayensäss benutzten Weidfläche. Von dieser nach dem Kavelpass zu herrscht Gneis, mit oft faustgrossen Feldspathkrystallen und beträchtlichen Einlagerungen von Eurit, Hornblendgesteinen und Glimmerschiefer. Das Fallen ist allgemein südlich. Von der Disruter-Scheideck wird der Kavelpass durch den Piz Kavel und die Forcula Rossa geschieden, welche ebenfalls, theils aus Gneis, theils aus dem weissen, aber braunroth anlaufenden Eurit zu bestehn scheinen. Von dem schmalen Joche steigt man durch die steile Thalschlucht der V. Kavel nach Vrin hinunter, und die Structur des Gebirges ist hier vollständig entblösst. Der porphyrartige Gneis und Glimmerschiefer bilden, mit S Fallen, die Grundlage, der schwarze Schiefer ist ihre Decke.

Der Gotthard ist als eine reiche Fundstätte mannigfaltiger Mineralien auch bei den Sammlern berühmt, und obgleich unter dem Namen von Gotthardmineralien Alles vereinigt wird, was die Händler aus der weiteren Umgebung dieses Gebirges, aus Tavetsch, Val Maggia, Oberwallis u. s. w. erhalten, Vieles also, das aus anderen Centralmassen, oder anderen Formationen herstammt, so ist doch hier die geeignetste Stelle, diejenigen Mineralien hervorzuheben, die mit der Geologie des Gneises der äusseren Centralmassen in näherer Beziehung stehn. Wie auch Daubrée bemerkt, zeigen die Mineralien dieser Centralmassen, in Oisans, am Montblanc, Finsteraarhorn und Gotthard, eine auffallende Uebereinstimmung, und es bestätigt sich von dieser Seite her ebenfalls die Annahme eines engen genetischen Zusammenhanges aller dieser Gebirge. Es besteht ferner zwischen mehreren dieser Mineralien und den Producten neuerer Vulcane eine Analogie, wie man sie, bei der grossen Verschiedenheit der Stammgebirge, nicht erwarten durfte, und die Chemie lehrt aus dieser Vergleichung Schlüsse herleiten, die über den dun-

keln Ursprung derselben und die Bildungsweise der Centralmassen selbst einige Aufhellung hoffen lassen. Eine tiefere Begründung dieser Schlüsse wird jedoch erst nach einer, zu diesem besonderen Zwecke unternommenen, neuen Untersuchung und Vergleichung der einzelnen Fundorte, ihrer geologischen Verhältnisse und der Beschaffenheit des Muttergesteins möglich werden, eine Arbeit, die wir wohl von dem, um diesen Theil der schweizerischen Mineralogie vielfach verdienten Wiser am ersten erwarten dürfen.

Die merkwürdigeren Mineralien der Centralmassen scheinen meist gemeinschaftlich vorzukommen und lassen sich auf wenige Gruppen zurückführen.

1. *Eisenglanz*, in sehr dünnen Krystalltafeln, durch ihren Glanz, ihre Zartheit, ihren schwachen Zusammenhang mit dem Gestein auffallend an die durch Sublimation gebildeten Eisenglanztafeln der Vulcane erinnernd. — Im Gebiete der savoyischen Centralmassen erscheint der Eisenglanz am Col de Salenton statt des Glimmers in dem Protogin mit rothem Feldspath, ist also offenbar mit dem Protogin gleichzeitig entstanden. In den schweizerischen Centralmassen finden wir ihn in Drusenräumen, frei dem Gestein aufsitzend, auch wohl theilweise oder vollständig von Bergkrystall umschlossen. So auf der Südseite des Lucendrogebirges, ferner am Sella, östlich vom Gotthardhospiz, und auf dem Gaveradi in Tavetsch.

2. *Titanerze.* Die drei Formen der Titansäure, *Rutil*, *Anatas*, *Brookit* und die titankieselsaure Kalkerde, der *Sphen*, sind Begleiter der Eisenglanztafeln, die oft von Rutil bedeckt sind, kommen aber auch für sich, frei aufsitzend, oder als Einschlüsse von Bergkrystall vor. Man kennt diese Mineralien in Oisans, wo sie, in dem tief eindringenden Spaltenthal von S. Cristophe brechen, und an den Rousses, im Flumaythale. Im Gebiete des Montblanc kommt Rutil am Bréven im Gneis, Brookit bei Valorsine, Sphen auf Pormenaz und auf den Geschieben der Tulèfre- und Boisgletscher vor. Am Gaveradi in Tavetsch wird der Eisenglanz von allen vier Titanmineralien begleitet. Brookit und Sphen finden sich auch auf Ruppletenalp, im Hintergrund des

Maderanerthales und scheinen daselbst, wie in Tavetsch, mit Chlorit- und Hornblendgesteinen in Verbindung zu stehn. Auf der Höhe des Gotthards kommen Rutil, Anatas und Sphen am M. Orsino, in der Nähe des Lucendrosees, vor.

Nach der, auf directe Versuche gegründeten Ansicht von Daubrée sind Eisenoxyd, Titansäure und Kieselsäure mit Fluor und Chlor verbunden, zugleich mit Bor- und Phosphorverbindungen sublimirt und durch Wasserdämpfe aus ihren Verbindungen ausgeschieden worden. Die Zersetzungsproducte blieben entweder frei, als Eisenglanz, Titansäure, Bergkrystall, oder sie gingen neue Verbindungen ein, theils leicht auflösliche, welche von den Wassern weggeführt wurden, wozu besonders die Chlorverbindungen gedient haben mögen, theils unauflösliche, die wir in der folgenden Gruppe zusammenfassen:

3. *Flussspath*, meist oktaedrisch und roth; findet sich in Protoginblöcken, die von den Grandes Jorasses herstammen sollen, auf dem Glacier des Bois; im Baltschiederthal, das, gegenüber Vispach, gegen das Bietschhorn ansteigt; am Zinkenstock, rechts über dem Aargletscher; am Thierberg, in der Höhe des Triftgletschers; am Spitzberg, zwischen Urseren und Göschenen; in den Schöllinen; in Tavetsch. — Blassgrüner, ebenfalls oktaedrischer Flussspath kommt vor am Giebelbach, zwischen Viesch und Lax. — Wasserheller, oktaedrischer, auf dem Miagegletscher, am Südabfall des Montblanc.

Apatit, in meist sehr verwickelten, weissen oder wasserhellen Krystallen, Rosetten ähnlich, zuweilen in gedrängter Anzahl die Flächen des Muttergesteins bedeckend, wird gefunden in Val Peccia, auch in der Umgebung des Gotthardhospizes, in Tavetsch, am Scopi.

Axinit, ein sonst so wenig verbreitetes Mineral, kommt vor in Oisans, bei Auris und Allemont; am Montblanc, bei der Quelle Caillet, im Ansteigen nach Montanvert; im Urserenthal; am Scopi.

Turmalin, braun und schwarz, ist von mehreren Stellen in Oisans und aus der Umgebung des Montblanc

bekannt. In der Nähe des Gotthard ist er ziemlich häufig und zum Theil dnrch Grösse und Ausbildung der Krystalle ausgezeichnet; so am Gaveradi in Tavetsch; im Hintergrnnd von Campo la Torba, südlich von Airolo; anf dem Scnro und Taneda, nördlich von der Alp Piora.

Die Erklärung der Bildungsweise dieser, und daher auch der sie begleitenden Mineralien durch Processe, denjenigen analog, die in vulcanischen Gegenden thätig gewesen sind, wird unterstützt durch eine vierte Gruppe von Mineralien, die in diesen Gebirgen zugleich mit Flussspath und anderen bereits angeführten Producten auftreten, nämlich durch

4. *Zeolithe.* *Mesotyp*, *Stilbit* und *Laumonit* kommen auf dem Miagegletscher mit dem wasserhellen Flnssspath vor. Mit dem grünen Flnssspath am Giebelbach findet man *Stilbit*, *Heulandit*, *Chabasit* und *Laumonit*. Es findet sich *Mesotyp* am Vieschergletscher; *Stilbit* im Sonnenthal bei Niederwald; ein merkwürdiger gelblicher *Stilbit* in nierförmiger Aggregation, im Rienthal, östlich von Geschenen; *Heulandit* und *Chabasit* auf Rauchtopas, am Krispalt; *Stilbit* im Kreuzlithal in Tavetsch.

5. Centralmasse der Walliseralpen.

Bevor wir uns, durch das Verfolgen der stafelförmig hinter einander hervortretenden Centralmassen, bis an die Ostgrenze der Schweiz fortführen lassen, kehren wir zurück in die Gegend des Montblanc, wo wir bei den isolirten Gipfeln von Feldspathgestein, welche bei Cormayeur den Eingang zu den Gletschern der Lex Blanche bewachen, stehn geblieben sind.

Eine ungefähr im Fortstreichen jener zwei Gipfel liegende Partie krystallinischer Schiefer, welche die Strasse im Entremontthale, zwischen dem Kloster des S. Bernhard und Liddes vielfach durchschneidet, könnte als ein neues Anftanchen der Feldspathgesteine, als die hier vom

schwarzen Schiefer entblösste östliche Fortsetzung der Monthlancgneise betrachtet werden. Allein diese Steinarten des Entremontthales tragen einen von denen des Monthlanc wesentlich abweichenden Charakter. Es sind vorherrschend Glimmerschiefer, Gemenge von Glimmer und Quarz, Feldspath fehlt ganz oder ist doch wenig entwickelt. Ungeacht ihres krystallinischen Aussehens und des Vorkommens von *Andalusit*, in der Gegend von Pont-Nudri, möchte man beinah sie dem Schiefer von V. Ferret und Valsorey beiordnen, und eine scharfe Grenze zwischen ihnen und diesem Schiefer scheint allerdings nicht zu bestehn. Dennoch ist die Steinart ein so entschiedener Glimmerschiefer, und so beträchtlich verbreitet, dass sie nothwendig hervorgehoben werden musste.

Auf dem Wege von Cormayeur nach Aosta aber tritt man, östlich von La Salle, in eine Felsschlucht, die bis nahe vor S. Pierre anhält, und die Gebirgsformen wie die Steinart drängen die Ansicht auf, dass man sich in einem von dem weichen, leicht zerstörbaren Schiefer dieser Gegend wesentlich verschiedenen Gebirge befinde. Die Dora hat nur mit Mühe durch diese Klnft einen Ausweg gefunden, die Strasse musste neben ihr in den Fels gesprengt werden, das bei Morgex und La Salle offene freie Thal ist hier durch einen quer durchsetzenden Bergrücken von dem fruchtbaren Aosta wie abgeschnitten. Die Steinart dieses Rückens ist ein bräunlicher Glimmerschiefer, dem des Entremontthales ähnlich, abwechselnd mit schwarzem sehr verwachsenem Glimmerschiefer, den man leicht für Hornblende ansehn könnte, und als Einlagerungen zeigen sich Kalkstein und Serpentin; die Felsbildung erinnert an Gneis und ähnliche Gesteine. Das Streichen der verticalen Schieferung ist in h. $4^1/_2$ oder nach N 50 O, parallel der Finsteraarhornmasse. Wir sind auf diese Gesteine schon in der Einleitung aufmerksam geworden, haben jedoch, weder im Durchschnitt des Aostathales, noch weiter südlich, im Gebiete der oberen Isère, eine entschieden als Gneis und Protogin ausgebildete Centralmasse erkennen können. Die Steinarten sind überall in der metamorphischen Umbildung

stehn geblieben, und höher entwickelte krystallinische Gesteine wären vielleicht nur in grösserer Tiefe zu finden.

Dieselbe Unentschiedenheit des petrographischen Charakters hält an auf der linken Seite des Aostathales, in der nördlichen Fortsetzung des Streifens von Glimmerschiefer. An der Ecke aber, wo die Thäler von Ollomont und Bionnaz, bei Val Pellina, zusammenstossen, findet man Felsarten, deren Mächtigkeit und anhaltende krystallinische Ausbildung nicht mehr bezweifeln lassen, dass man im Bereich einer wirklichen Centralmasse stehe, und es erhebt sich auch sogleich der Boden hier zu Höhen, die nur von wenigen in den Alpen übertroffen werden. Ein wenig bekannter, mit Schneefeldern und Gletschern bedeckter Höhenzug erstreckt sich nach dem merkwürdigen Gebirgsknoten des M. Collon, M. Cervin und der Dent Blanche, von welchem neun grössere Thäler, jedes im Hintergrund mit Gletschern bedeckt, nach allen Richtungen ausgehn. In dieser wildesten Gegend des ganzen Alpensystems, ist die Zeit für geologische Untersuchungen jährlich auf wenige Wochen beschränkt, die Grösse aller Massen und die Schwierigkeit der Pässe gestattet nur langsam fortschreitende Arbeit, und die Steinart vieler Felsstöcke, denen die Gefährlichkeit der Gletscher und die Eile dieser Reisen nicht zu nahen gestattet, kann nur aus den Trümmern der Gandecken erkannt werden. Eine Schwierigkeit anderer Art entsteht weiter östlich, in den Thälern von S. Nicolas und Saas und an der Strasse des Simplon, durch das Anstossen an südlichere Gneisgebiete, die man wohl versucht sein könnte, als Ausbreitungen unserer Centralmasse, mit derselben zu vereinigen, wenn nicht das eben so enge Zusammendrängen der Finsteraarhorn- und Gotthardmassen zur Vorsicht ermahnte. Den nordöstlichen Grenzpunkt dieses Gneisstreifens können wir in die Gegend des Ofenhorns oder Albrunpasses setzen, in den westlichen Gebirgen des Formazzathales.

Es kann dieser Streifen krystallinischer Feldspathgesteine nicht nur als eine mit anderen im gleichen Rang stehende Centralmasse, sondern als das wahre Centralgebirge der schweizerisch-italienischen Hochalpen betrachtet werden.

Wenn auch die zwei höchsten Gipfel der Alpen, der Montblanc und der M. Rosa, ihm nicht angehören, so zählt man doch innerhalb desselben nicht weniger als vier Gipfel, die sich über 13,000 F. erheben, und eine grössere Zahl, die über 12,000 F. ansteigen. Nordöstlich von ihm treten die vier bereits beschriebenen Centralmassen auf, jede für sich als ein mächtiges Gebirgsganzes, obgleich in Bezug auf unseren centralen Streifen nur als secundärer Begleiter erscheinend. Und eben so liegen gegen Südwest die hohen, zum Theil vergletscherten Gruppen der Cognegebirge, der Tessineralpen und der Seegebirge vor uns, bevor wir die südliche Grenze der Hochalpen erreichen können. Die undulirend dem Parallel folgende Wasserscheide, welche den Montblanc mit dem M. Rosa verbindet, der höchste Kamm des Alpensystemes, trägt gerade im Kreuzpunkte mit unserem Streifen ihre höchsten Gipfel, die Dent de Rong, 4190 m., den M. Cervin, 4495 m., die Dent Blanche, 4360 m., die P. de Zinal, 4241 m., und viele nicht gemessene, die ihnen an Höhe wenig nachstehen mögen. Zunächst an dieser Gruppe vorbei führen die Gletscherpässe des M. Collon, 3147 m., des Matterjoches, 3327 m., des Col d'Erin, der letztere sogar mitten durch dieselbe. Merkwürdig, dass die Wasserscheide eben da sich am weitesten gegen Mittag hinabbiegt, wo zu beiden Seiten unseres Gneisgebirges die es begrenzenden Schieferstreifen durchsetzen. Auch weiter gegen NO, wo die tiefen Querthäler von S. Nicolas und Saas und die Niederung des Simplonpasses die Gebirgsmasse durchschneiden, finden wir das Fortstreichen derselben durch Gipfel bezeichnet, die zu den höchsten der Alpen gehören. Zu beiden Seiten des Nicolaithales, das Weisshorn, 4514 m., und der hohe Gipfel des Saasgrates, 4558 m.; zu beiden Seiten des Simplonpasses das Fletschhorn, 4026 m., und der M. Leone, 3518 m. Selbst der letzte Ausläufer der Masse, der wilde Gebirgskamm, der das Binnenthal von V. Antigorio scheidet, behauptet noch eine bedeutende Erhebung, und die drei Pässe, die ihn übersteigen, werden nahe an 2500 m. Höhe erreichen.

Die geologische Beschaffenheit dieser Centralmasse ist

in mehrfacher Beziehung verschieden von derjenigen der nordwestlich ihr vorliegenden. Sie erscheint als ein Uebergang von den näher am äusseren Alpenrand liegenden hohen Fächergebirgen zu den mehr horizontal ausgebreiteten Gneisgebirgen, die den inneren Rand des Alpenringes bilden. Eine Fächerstructur der Gneis- und Granitstraten tritt nicht deutlich hervor; die Schieferung nähert sich nicht selten der horizontalen Lage; die Neigung zu einer symmetrischen Anordnung der Steinarten, die in den Fächergruppen angedeutet ist, fehlt. Dagegen stösst man, wie in den südlicheren Gneisgebirgen, häufiger auf Einlagerungen von Kalkstein und Marmor; Serpentin und Gabbro drängen sich hervor, und im südlicheren Theile der Masse erscheint auch ein Granit-Syenit, wie wir ihn nur am Südrande noch öfters finden werden. Was jedoch besonders hervorzuheben ist, und diese Centralmasse auszeichnet, das ist die innige Verbindung ihrer Gesteine mit denen der angrenzenden Schieferzonen, sowohl durch die oft seltsame Verflechtung der Straten, als durch petrographischen Uebergang der Steinarten. Graue Schiefer und Gneis scheinen oft eine nicht zu trennende Masse zu bilden, oder der Gneis nur eine höhere Entwicklungsstufe der Schiefermasse zu sein; als ob wirklich hier der innerste Herd des Alpensystems offen vor uns läge, und der Process, durch welchen das krystallinische Feldspathgestein aus dem Sedimentgebirge hervorging uns enthüllt wäre.

Man durchschneidet die krystallinischen Schiefer des Aostathales auf der Strasse nach dem G. Bernhard, etwa zwei Stunden oberhalb Aosta; der Fels ist aber grösstentheils durch Vegetation oder Schuttmassen hedeckt. Oberhalb Gignaud ist in geringer Ausdehnung horizontaler *Grüner Talkgneis* anstehend, ein schiefriges, zuweilen kleinwellen- oder zikzakförmig abwechselndes Gemenge von weissem, oft in grösseren Krystallen ausgesondertem Feldspath, und vielem, feinblättrig verwachsenen, grasgrünem oder bräunlichgrünem, stark schimmerndem Talk, ohne Quarz. Bald jedoch werden graue und grüne Schiefer, ohne beigemengten Feldspath, wieder herrschend, und erst bei S. Oyen erscheint von neuem, wenige Schritte anhaltend, der

frühere grüne Gneis, dem wieder graue und grüne Schiefer folgen. Schon hier also zeigt sich der Gneis auf das engste verbunden mit grauem und grünem Schiefer.

Dieselben Steinarten zeigen sich, wenn man aus Cermontana über den Col de Fenêtre nach Valpellina übersteigt. Die Kette des M. Avril, auf der Nordseite des Passes, besteht vorherrschend aus grauem talkigem Schiefer, mit welchem Partie'n von grünem Schiefer verwachsen sind, der zuweilen in Serpentinschiefer und massigen Serpentin übergeht. In der Höhe sieht man auch Kalk eingelagert. Aus ähnlichen Gesteinen und aus talkigem Gneis besteht, auf der Südseite, der M. Gelé, und auch gegen den Hautemma zu, auf der Ostseite des Cermontanakessels, glaubt man keine anderen als graue und grüne Schiefer zu erkennen. Das Fallen ist allgemein nach S 60 O. Eine steile Stufe führt von den Ruinen der alten Schirmhütte, die früher auf der Höhe des Passes stund, über Schnee und Schutthalden abwärts auf die Weidgehänge der Alp Balme. Auch hier herrscht, im Thalboden und an beiden Seiten desselben, SO fallender grauer und grüner Schiefer, zum Theil mit weissen Mandeln oder auch Adern, die fast wie Kreide aussehen und ein inniges Gemenge mikroskopischer Quarz- und Feldspaththeile zu sein scheinen. Die Steinart geht an vielen Stellen in den talkigen Gneis von Gignaud über; im Abstande weniger Schritte bestehen an einer Stelle die Mandeln noch aus jener kreideähnlichen, matten Substanz, an der nächsten, die man anschlägt, sind die Mandeln zu perlmutterglänzendem, krystallinischem Feldspath geworden, mit welchem derber, durchscheinender Quarz werwachsen ist. Ein neuer Absturz führt von den Balmahütten über SO fallenden grauen Schiefer nach dem Hintergrund des Thales von Ollomont. Die schroffen Abstürze des M. Combin und M. Velan, die es hinten kesselartig abschliessen, zeigen keine anderen Gesteine. Auch die Kupferkiese, die früher in nun zerfallenden ausgedehnten Hüttengebäuden zu gut gemacht wurden, waren auf der rechten Thalseite, wie es scheint, grünem Schiefer untergeordnet.

Bereits auf der Höhe der Balmaalp aber tritt, südlich

vom M. Gelé, durch einen Gletscher davon getrennt, eine Reihe zackigter Felsen hervor, an deren Fuss die Strasse von Ollomont nach Valpellina durchführt. Das in langen Trümmerhalden herabgestürzte Gestein ist ein ausgezeichneter granitischer *Syenit*, eine Grundmasse von aschgranem dichtem Feldspath und wasserhellem, stark glasglänzendem Quarz, mit ausgesonderten licht grauen Feldspathkrystallen und schwarzen Hornblendkrystallen. Auch von Valpellina aufwärts nach Oyace sieht man dieses Gestein, in nackten, mauerähnlichen braunen Felswänden, die Nordseite des Thales bilden. Damit verwachsen sind aber auch schiefrige Gemenge von Feldspath, braunem Glimmer und Granat, die man unmöglich von der übrigen Masse trennen und nur als eine schiefrige Abänderung derselben betrachten kann. Die schöne, das Thal beherrschende Kirche von Oyace steht auf einer Stufe, deren, dem tieferen Thal zugewendeter Absturz das frühere Syenitgestein entblösst zeigt, verwachsen mit glimmerigem Schiefer und durchsetzt von Granitgängen, welche denselben ausgezeichnet glasigen Quarz enthalten, der im Syenit vorkommt. Dieselben Steinarten ragen oberhalb Oyace in rundlichen Hügeln aus dem Thalboden hervor, und halten auch fortdauernd an in den Felsen der nördlichen Thalseite. In einem jener Hügel, südlich von Senoyer, wird ein Marmorlager zum Kalkbrennen benutzt. Die Hauptmasse des Hügels besteht aus Glimmerschiefer, verwachsen mit Syenit und Granit; der Marmor bildet darin ein lagerähnliches Nest von einigen Meter Mächtigkeit. Die Schieferung fällt sehr steil nach N 40 W.

Das bisher offene und freundliche Thal wird nun enger und rauher, der Thalbach fliesst in einer tiefen Felsschlucht, die stets gut gehaltene Thalstrasse ist auf der Nordseite in den schroffen Gebirgsabhang eingeschnitten. Die Steinart in diesem Engpass ist Glimmerschiefer und Hornblendschiefer, steil nach N 50 W fallend. Es wurde auch hier früher Kupferkies ausgebeutet, und die Ausdehnung der braunrothen Halden zeugt von einst thätig fortgesetztem Bergbau. Bald wird das Thal wieder breiter und offener, und man erreicht Bionnaz, den Hauptort des Thales. Die massigen

Gesteine haben sich nnn im Thalgrund ganz verloren, nnd Glimmerschiefer, öfters mit Granat, oder ahwechselnd mit Hornhlendschiefer, zuweilen auch mit eingeschlossenen Marmornestern, sind die herrschenden Gesteine bis nach Prérayen, einer früher den Jesuiten gehörenden schönen Alp im Hintergrnnd des Thales.

Eine Annäherung zu der Fächerstructnr ist hier nicht zu verkennen; auf der Nordseite der Kette, in Cermontana, herrscht S Fallen, auf der Südseite, in V. Pellina, N Falleu, das letztere sehr steil, beinah vertical. Auch der Syenit, oberhalh Valpellina, erinnert an das analoge Vorkommen dieser Steinart am SW Ahfall der Monthlancmasse. Nur haben sich in der Axe des Fächers nicht die mächtigen, hoch aufsteigenden Protogintafeln entwickelt, die den vorigen Centralmassen so wesentlich scheinen. Es ist ferner die Trennung der krystallinischen vom grauen und schwarzen Schiefer so nnbestimmt, dass es unmöglich wird, eine scharfe Grenze zu hezeichnen, da mit deutlich entwickeltem talkigem Gneis stets wieder grüne und graue Schiefer oder Kalksteine ahwechseln, und bis in den inneren Kern der Masse eindringen, da auch dasselhe Stratum in seinem Fortstreichen sich, bald als deutlicher Gneis, hald als gewöhnlicher Talk- oder Chloritschiefer zeigt.

Der Protogin ist jedoch vertreten durch eine verwandte Steinart, die in der Axe dieser Gehirge als die wahre Kernmasse erscheint: ein verwachsen schiefriges oder granitartiges Gemenge von grünlich grauem, oder grünem, zum Theil Steatit ähnlichem Talk, streifartigen Partie'n von weissem dichtem Feldspath, opalartigem weissem Qnarz, meist in rundlichen Körnern ausgesondert, und zerstreuten, rahenschwarzen Hornhlendtheilen. Nach der von Jurine, gleichzeitig mit der Benennung Protogin, für eine auf dem Miagegletscher vorkommende ähnliche Steinart gewählten Benennung, heisst das heschriehene Gestein Arkesin. Es ist schwer den Arkesin anstehend zu sehn, da die centralen Theile dieser Gehirge meist nur auf längeren Gletscherwegen erreicht werden können, und in der Regel durch Schnee verhüllt sind. Man trifft ihn aber häufig in den Gandecken und auch unter den erratischen Blöcken der südlichen Wal-

listhäler. Die vielen colossalen Blöcke des Steinhofs und des Hügelzuges zwischen der Emme und der Langeten, im nördlichen Theile des Cantons Bern, bestehn vorherrschend aus demselben. Offenbar ist diese Steinart nur eine höher krystallinische Ausbildung des schon an der Bernhardstrasse vorkommenden grünen Talkgneises, und die eingemengten Hornblendtheile verbinden sie zugleich mit dem Syenit von Val Pellina. Der Talkgneis und Arkesin bilden indess selbständig die Hauptmasse des zwischen Val Pellina und dem Wallis sich erhebenden Hochgebirges, und der Syenit mit den ihn begleitenden Steinarten hält sich nur längs seinem Südabfall, und zeigt Neigung als gesonderte Vorstufe aufzutreten.

Statt über den Col de Fenêtre kann man aus Cermontana auch direct über die Hauptkette nach Bionnaz gelangen, ein Weg den Guyot im Sommer 1846 ausgeführt hat. — Ein Engpass führt aus dem flachen, rings von hohen Gebirgen umschlossenen Alpboden von Torembec in den weiten Circus von Cermontana, wo sich eine der grossartigsten Ansichten der Alpennatur vor uns entfaltet. Zur Rechten die hohen Gipfel des M. Combin, M. Avril, M. Gelé, zur Linken die gewaltige Masse des Grand Hautemma, im Hintergrund eine zackigte Felsreihe, über welche der Pass von Crestasetz nach Bionnaz führt, und zwischen allen diesen Gebirgen mächtige Gletscher hervortretend, die sich zu dem grossen Eismeer des Cermontanagletschers vereinigen. Die Gandecken dieser Gletscher enthalten Graue und Grüne Schiefer, Kalksteine, Serpentin, grosskörnige Gabbro; diejenige des von der Ostseite, nördlich vom Gd. Hautemma, herstammenden Brenagletschers vorherrschend Arkesingranit; am Gd. Hautemma selbst fand Guyot grünen Talkgneis, der nach dem Hintergrund zu immer mehr die schiefrige Structur verliert und auf dem Felskamm von Crestasetz in einen schönen Granit mit grossen, blass rosenrothen Feldspathkrystallen übergeht.

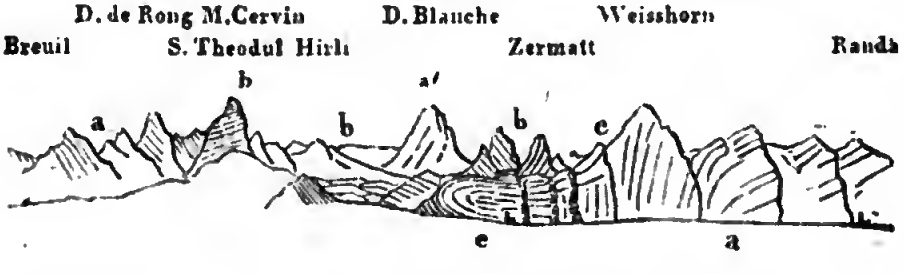
Von Prérayen, im Hintergrund von V. Pellina, führt ein westliches, enges Felstobel, die Combe d'Oren, an den S Fuss des M. Collon, neben welchem der 3147 m.

hohe Gletscherpass, Col d'Arolla oder des M. Collon, eine Verbindung zwischen Aosta und Evolena möglich macht, die jedoch schwerlich je viel häufiger als auch jetzt noch benutzt worden ist, da, abgesehn von den Gefahren des Gletschers, der beschwerliche Weg zwei Tagmärsche verlangt. Es erscheint, im hinteren Ursprung der Combe d'Oren, der Gebirgszug bräunlicher, vorn im Thal mit Syenit verbundener Glimmer- und Hornblendschiefer, welcher bis hier, mit einer kurzen Unterbrechung bei Bionnaz, die nördliche Thalseite von V. Pellina bildete, durch eine mit einem Gletscher ausgefüllte Vertiefung getrennt von der Hauptkette, welcher der massige M. Collon angehört. Diese Trennung bezeichnet auch einen Wechsel der Steinart. Auf dem Arollapass herrscht Arkesingneis, und der ganze Gebirgsstock des M. Collon scheint nur aus diesem Gesteine zu bestehen. Das Fallen desselben an der Südgrenze ist noch S; so dass die Glimmer- und Hornblendschiefer sich hier als aufgelagert darstellen. Auf dem Passe selbst aber wird das Fallen nördlich und verändert sich abwärts gegen Arolla zu noch mehreremale, bleibt jedoch am unteren Ende des Gletschers und auswärts gegen S. Barthelemi constant nach S gerichtet.

Die Gandecken und Umgebungen des Ferpecleglet-schers, im Hintergrund des Eringerthales, geben Aufschluss über die Fortsetzung dieser Gesteine, und der Col d'Erin führt, zwischen den hohen Gipfeln der Dent de Rong und des M. Cervin oder Matterhorns, auf der Südseite desselben, und der Dent Blanche, der Pointe de Zinal und des Gabelhorns, auf der Nordseite, mitten durch dieselben. Ein Felskopf, der am Vorderrand des Gletschers schroff aufsteigt, und die Hütten von Ferpecle vor dem andringenden Gletscher schützt, besteht aus Talkgneis, der hier, wie in Cermontana und V. d'Ollomont, sich so allmählig aus dem, gegen Haudères und Evolena zu herrschenden Grünen Schiefer entwickelt, dass man scharf zusehn muss, um nicht zu meinen, man befinde sich stets von der nämlichen Steinart umgeben. Die vom Talk bestimmte Farbe und der Charakter des Gesteins sind täuschend ähnlich; aber im Grünen Schiefer bestehn die

Mandeln nur aus Quarz, oder aus dem weissen dichten Eurit; im Gneis kommen, nebst dem Quarz, auch deutliche Feldspathzwillinge vor. Auch der Mont Miné, vor welchem die beiden Hauptarme des Gletschers, wie am Abschwung diejenigen des Aargletschers, sich vereinigen, das Ende einer mächtigen und noch unerforschten Felsreihe, die in den Dents des Bouquetins die Hauptkette kreuzt, zeigt im anstehenden Fels nur Talkgneis. Die Gandecken indess, welche hier, vor dem hohen Absturz des M. Miné kraterähnlich einen beträchtlichen, tief liegenden Gletschersee umschliessen, enthalten Blöcke von Serpeutin und Gabbro, die aus den südlicheren Gebirgen herstammen müssen. — Das Fallen bei Ferpecle ist nach S, und so auch am M. Miné. Auf der Ostseite des Gebirges, am Fuss der Dent de Rong und auf der rechten Seite von Val Tournanche ist das Fallen nach W gerichtet. Obgleich die Streichungslinien bei Ferpécle und in V. Tournanche beinah rechtwinklicht sich schneiden, so fallen doch auf beiden Seiten die Straten der Axe des Gebirges zu, so dass auch hier noch sich Anlage zur Fächerstellung äussert.

Mit Ausnahme der Einlagerungen von Serpentin und Gabbro, bilden Talkgneis und grüne Schiefer alle Gebirge auf beiden Seiten des Ferpeclegletschers und des Col d'Erin. In den Gandecken und Trümmerhalden der Dent Blanche fand Guyot fast ausschliesslich den so nahe mit Talkgneis verwandten Arkesingranit. Die Felsen, welche auf dem Col d'Erin aus dem Gletscher herausstehn, sind, nach Forbes, Talkgneis. Die Hauptmasse des M. Cervin besteht aus denselben oder nahe verwandten Steinarten.



a Gneis
a' Arkesin.
b Graue und Grüne Schiefer.
c Kalkstein.

Man unterscheidet in dieser unersteiglichen, wundervollen Pyramide, wie schon DE SAUSSURE bemerkt hat, zwei durch die äussere Färbung des Gesteins scharf gegen einander begrenzte Abtheilungen. Die Hauptmasse, bis nahe unter den Gipfel, zeigt hellgraue Felsabstürze, deren Straten mit ungefähr 45° nach SW fallen; die am Fuss liegenden Trümmer dieser Masse sind Gneis und Glimmerschiefer. Die oberste Kuppe ist braunroth, und die Vergleichung der Farbe mit derjenigen benachbarter Felsen lässt kaum bezweifeln, dass sie aus Grünem Schiefer oder aus Serpentin bestehe. Man glaubt die frühere Fortsetzung dieser, ihre nächste Umgebung um mehr als 1000 m. überragenden Gesteine in dem, an der Aussenfläche ebenfalls braunrothen Grünen Schiefer des Hirli zu erkennen, dessen Masse bis an die grauen Gneiswände des Matterhorns fortsetzt und, wie DE SAUSSURE behauptet, an ihnen abbricht. Die Verhältnisse sind denjenigen der Aiguilles Rouges sehr ähnlich. Diese tragen eine Kuppe von Anthracitschiefer, der früher offenbar mit demjenigen im Thalboden von Servoz und Chamouni im Zusammenhang stund; am M. Cervin sind es Graue und Grüne Schiefer, deren Masse sich in so grossem verticalem Abstande auseinander gerissen findet. Dass jedoch der Felszahn des M. Cervin aus der Tiefe hervorgestossen worden sei, fand bereits DE SAUSSURE eine unmögliche Ansicht; es spricht dagegen die Schärfe der Kanten, die pfeilerähnliche Gestalt, die gleichförmige, geneigte Stratification. Wie sollte eine hebende Kraft, deren Wirkungen wir im Aufsteigen ganzer Ländermassen, oder in blasenartigen Anschwellungen kennen, ein so scharf begrenztes Felsstück aus der Erdrinde hervorschieben können! Der M. Cervin müsste offenbar starr wie er jetzt ist ausgestossen worden sein, und die hebende Masse wäre erst noch unter ihm zu suchen; was wir für die Kuppe nur der Aiguilles Rouges voraussetzen, müsste für den ganzen mehrere tausend Meter hohen Stock des Matterhorns angenommen werden. Die Erklärung des Niveauunterschiedes durch Einsenkungen und Einstürze der Umgebung des Felsstocks, scheint für diesen Fall die einfachere Annahme; die Hebung des Bodens hätte demnach ursprünglich eine

mächtige, weithin ausgedehnte Anschwellung gebildet, ein grosser Theil der Masse wäre zurückgestürzt, und die mächtigen, aus ungleichartigen stratificirten Steinarten bestehenden Pfeiler des M. Rosa, des Lyskamms, des M. Cervin, der Dent Blanche u. s. w. wären die Ruinen des alten Gewölbbaues. Würden jedoch spätere Beobachtungen lehren, dass die Masse des Hirli, nach der früheren Ansicht von DE SAUSSURE, und wie auch ich zu sehn glaubte, in den Fuss der Pyramide fortsetze, so müsste die Entblössung des M. Cervin nothwendig ein Product der Erosion sein, so unmöglich es uns werden möchte, uns von einer solchen Abtragung von Masse eine klare Vorstellung zu machen.

Die räthselhafte Verbindung zwischen Gneis, Serpentin, Schiefer nnd Kalkstein, welche in diesen Gebirgen überall hervortritt, zeigt sich auch auf der Höhe des Matterjochs, wo DE SAUSSURE ihrer Untersuchnng mehrere Tage gewidmet hat. Ein Lager von Rauchwacke, das er für jüngeren Kalktuf ansah, ist, in bedeutender Höhe über dem Joch, enge mit körnigem Kalkstein und Cipollin verbunden und mit ihnen zwischen wenig geneigte Gneisstraten eingelagert; tiefer folgt Serpentin und grüner Schiefer, welche wieder mit Cipollinschiefer abwechseln; noch tiefer liegen die Gneisstraten, auf welchen sich das Fort S. Theodule befand, und ein ähnlicher Wechsel dieser Gesteine setzt auch weiter abwärts fort. Man befindet sich offenbar mitten in derselben Lagerfolge von Grauem und Grünem Schiefer, welche die Gebirge der Bagne-, Eringer-, Einfisch- und Turtmannthäler, und auch die südlicheren Gebirge in V. Tournanche und V. Challant bildet; nur ist die krystallinische Entwicklung weiter vorgeschritten, und ein Theil der Masse ist in wahren Gneis übergegangen.

Wenn man durch V. d'Anniviers aufwärts, über das letzte Dorf Ayer und den flachen Alpboden von Zinal sich dem Hochgebirge nähert, so könnte man sich wieder nach Bagne zurückversetzt glauben. Die Ebene von Zinal erinnert an den Thalboden von Torembec, der Engpass bei der Kapelle an den Eingang von Cermontana. Aber das Amphitheater, das sich bei jener Kapelle, oder noch besser bei der Alphütte von La Lex eröffnet, übertrifft vielleicht

an Grossartigkeit und malerischer Schönheit der Gebirgsformen und ihrer Gruppirung selbst den Hintergrund des Bagnethales. Auf der Ostseite die zweizackige Pyramide der Besse, hinter ihr das Weisshorn, dessen Höhe die des Finsteraarhorns überragen soll, dann das Gabelhorn oder der Moming; auf der Westseite der gewaltige Grand Cornier, welcher die noch höhere Dent Blanche verdeckt, im Hintergrnnd die mit einem Felskamm gekrönte Pointe de Zinal; von allen Seiten her mächtige Gletscher, die dem mittleren Hauptgletscher, dem durch sechs Mittelgandecken gestreiften Zinalgletscher, zuströmen. Erhebt man sich bis zu den obersten Hütten der Alp La Lex, so sieht man hinter dem Schneerücken, der am Ursprung des Zinalgletschers den mittleren Hintergrnnd des Amphitheaters schliesst, geisterähnlich das Matterhorn, hier La Grande Couronne genannt, aufsteigen.

Die Steinarten und ihre Anordnung sind dieselben, wie im Hintergrund der westlicheren Thäler. Man findet im Ansteigen nach den Alpen La Lex helle, grüne Chlorit- oder Epidotschiefer, auch wohl einzelne Serpentintrümmer, aber keinen Gneis, und selbst Quarzmandeln scheinen dem grünen Schiefer zu fehlen. Der Alpkessel, in welchem, fast anf der Höhe des Gebirges, die obere La Lex-Alp liegt, wird von schwarzen Schieferfelsen umschlossen. Auch die gegenüberliegenden Gebirge, von der Besse bis nach Ayer hin, zeigen deutlich abwechselnde, sehr mächtige Massen von schwarzem und grünem Schiefer; Gneis, oder demselben sich annähernde Steinarten, scheinen auch in ihnen nicht vorzukommen. Das Fallen dieser Schiefer ist allgemein, so weit man sie übersieht, gegen S, dem Hochgebirge zu. Steigt man nnn aber von der unteren La Lexhütte, in etwas südlicher Richtung, abwärts an den Gletscher, so zeigen die am Rande zu Tage gehenden Felsköpfe allerdings auch die früheren grünen Schiefer, hier, wie weiter nördlich, mit etwa 15° nach S fallend; aber in den einen Straten haben sich grössere Mandeln oder Schnüre von Quarz eingefunden, andere umschliessen Mandeln und Adern von weissem Eurit, und noch andere sind vollkommene grüne Talkgneise, mit grossen Feldspathkry-

stallen und glasigen Quarzkörnern. Die gleichförmige Schichtensenkung lässt indessen kaum bezweifeln, dass man hier dieselben Straten vor sich sehe, die man früher, im Ansteigen von der Kapelle nach der Alphütte, als gewöhnliche Grüne und Grane Schiefer durchschnitten hatte. Vorherrschend bilden die Talkgneise die verschiedenen Gandecken des Gletschers, während Arkesingranite und Serpentin zu fehlen scheinen. Wo wir uns auch dem inneren Kern dieser Centralmasse nähern, überall bestätigt es sich, dass, wie in den Cottischen, Grajischen, Tessiner und lombardischen Alpen, die Verbindung zwischen den krystallinischen und sedimentären Schiefern, zwischen Gneis und Grauem Schiefer, eine andere ist, als diejenige, die wir in den Massen des Montblanc und des Finsteraarhorns erkannt haben. Gänge von Eurit kommen nicht vor, ein gangartiges Eingreifen der gneisartigen Granite in die Schiefer fehlt ganz. Ein Zurückführen der Gneisbildung auf Injectionen von Feldspathmasse, oder auf den Contacteinfluss verborgener pyrogener Gesteine, wird hier von keiner Seite her unterstützt. Die Thatsachen sprechen deutlich für eine allmählige innere Umbildung, für einen Uebergang kalkführender Schiefer in quarzführende und eine Umwandlung der letzteren in Gneis, für eine langsam fortgeschrittene Metamorphose sedimentärer in krystallinische Gesteine.

Obgleich in dem Gebirgsknoten des Col d'Erin sich die höchsten Gipfel und das ausgedehnteste Gletscherrevier unserer Centralmasse zusammendrängen, so entfaltet sie sich doch fast noch massenhafter in der Gebirgsgruppe, die von den Nicolai- und Saasthälern durchschnitten wird. Ihre Breite, die hier der Entfernung zwischen Saas und Stalden gleich kommt, ist wohl das Doppelte des durch die Dent de Rong gezogenen Durchschnitts, und fasst man die drei, einander so nahe stehenden Gruppen des Weisshorns, der Mischabelhörner und des Fletschhorns, mit ihren Verzweigungen, in ein Bild zusammen, so darf dasselbe die Vergleichung mit jeder Ansicht der grossartigsten Alpenwelt wagen. Galt doch vor wenig Jahren noch die von der Gemmi aus sichtbare Mischabelgruppe als M. Rosa, das Weisshorn als M. Cervin. In der Rang-

ordnung der Alpengipfel steht allerdings das höchste Mischabelhorn, mit 4558 m., im dritten Rang, das Weisshorn, mit 4514 m., im vierten, und dann erst folgt der M. Cervin, mit 4495 m. Auch die Steinarten weisen auf einen mehr centralen Charakter hin. Die Talkgneise, die man doch nur als höher metamorphosirte Schiefer betrachten kann, weichen nun wahrem Protogin und Alpengranit, wie er am Montblanc und in den Berneralpen vorkommt, die Glimmerschiefer sind braun und von stärkerem Glanz, und Rückfälle in grüne oder graue Schiefer finden, in der Tiefe wenigstens, nicht mehr statt.

Bei der Brücke, etwa eine Stunde unterhalb Zermatt, ist das bei Zermatt weit geöffnete Thal zu einer Spalte verengt, die an manche Stellen der Grimsel- oder Gotthardpässe erinnern kann. Die Felsen sind zu Rundhöckern abgeschliffen, die meist unklare Schieferung an den hohen, lothrechten Wänden ist, wo sie hervortritt, vertical. Man glaubt sich von massigem Granit umgeben, aber das angeschlagene Gestein ist ein dicht verwachsener Glimmerschiefer, und auf der oberen Höhe der beiden Gebirgsketten scheinen sogar gewöhnliche Graue und Grüne Schiefer aufzuliegen. In der Tiefe hält die schluchtartige Gestalt des Thales an, bis zur Vereinigung mit dem Saaserthal bei Stalden, und selten sieht man, hinter den nahen und schroffen unteren Thalwänden, die höheren Gipfel und Kämme. Es fliesst unterhalb S. Nicolas die Visp in einer so engen Felsspalte, dass die Strasse hoch an der linken Thalseite aufsteigen muss, um einen Ausweg zu finden.

Von Randà abwärts bis S. Nicolas ist die Steinart der linken Thalseite nicht mehr Glimmerschiefer, sondern wahrer Protogingneis mit zweierlei Feldspath; die einen dieser Gneise bestehn vorherrschend aus lauchgrünem und silberweissem Glimmer, welcher zollgrosse weisse Feldspathkrystalle und verwachsene Nester von Feldspath und Quarz umzieht; in anderen ist dieser talkige Glimmer auf einzelne Streifen beschränkt, die Hauptmasse ist ein körniges Gemenge von dichtem Feldspath und Quarz, worin undeutlich begrenzte Feldspathzwillinge sich ausgesondert haben. Diese Gneise scheinen die Hauptmasse der Weisshorngruppe

zu bilden, und die bisher anhaltende Schieferdecke des Gebirges ist hier auf beiden Seiten desselben abgeworfen; die hellgrauen Felswände des Weisshorns unterscheiden sich auffallend, sowohl von hier, als von Zinal aus gesehn, von den braunen oder schwarzgrauen Schieferbildnngen ihrer Umgebung.

In der Kette der Mischabelhörner und weiter östlich scheint jedoch dieser Protogin nicht mehr hervorzutreten. Die Trümmer, welche auf Fee, oberhalb Saas, von dem inneren Kern der Mischabelgebirge herstammen, sind Glimmerschiefer. So auch die wenigen Felsen, die zu Tage gehn, wenn man von Saas das enge, einförmige Thal auswärts nach Stalden verfolgt. Ob die Blöcke von Gneis mit grossen Feldspathkrystallen, die häufig am Wege liegen, von der Höhe, oder aus dem Thalhintergrund stammen, bleibt einstweilen unentschieden. Auf dem Gebirgspass, der aus diesem Thale, durch den Hintergrund des Nanzathales nach dem alten Spital der Simplonstrasse führt, sieht man nur Glimmerschiefer. Die Gneise, die auf der Höhe des Simplon, zwischen dem Spital und Simpelen, vorkommen, sind feinflasrig, dem Glimmerschiefer genähert, der auch öfters damit abwechselt. Da die Strasse meist dem Streichen dieser, nach S 40 W fallenden Schiefer folgt, so lässt sich indess kein grosser Wechsel in den Steinarten erwarten, und es ist möglich, dass Alpengranite in den fast unbekannten Umgebungen des Fletschhorns vorkommen. Als ich jedoch, von Antrona her, durch den Hintergrund von Zwischbergen und über den Furkelpass nach Simpelen kam, sah ich unter den Trümmern der mir westlich liegenden Gletschergebirge nur Glimmerschiefer oder wenig entwickelte Gneise nnd keine Granite.

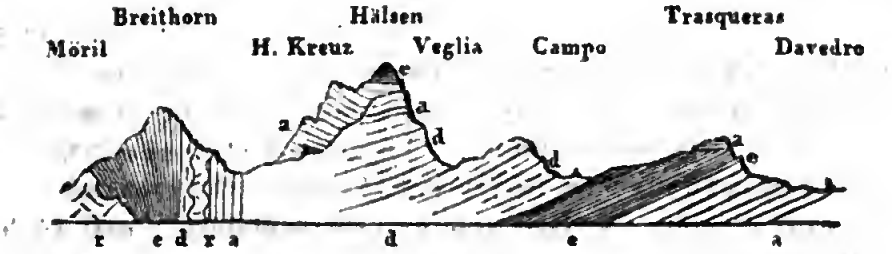
Die Neigung zur Fächerstellung macht sich auch hier noch geltend. Im Zinalgrunde und im Hintergrunde des Turtmannthales herrscht Südfallen. Am Eingang des Nicolaithales dreht sich dasselbe um nach S 50 W bis W; aber nur local, denn am Eingang nach Saas herrscht wieder ein steiles Fallen nach S 30 O, das jedoch auf dem Simplon in S 40 W zurück fällt. Bei der Visperbrücke, zwischen Täsch und Zermatt, stehn die Schiefer vertical,

und so auch bei Balen im Saasthal; am Simplonpasse dagegen, wo diese verticalen Schiefer ungefähr bei Gsteig oder Algaby durchstreichen sollten, sind sie bis jetzt nicht beobachtet worden. Auf der Mittagseite dieser Streichungslinie verticaler Schiefer tritt Nordfallen ein. Die grünen Schiefer in der Umgebung von Zermatt und im Ansteigen nach dem Hohlicht, am Fuss des Gabelhorns, fallen mit ungefähr 45 ^{0} nach N 50 W. Dasselbe Fallen herrscht im Hintergrund von Saas, am Distelberg, an den Thurmhörnern und bis nach Saas hinab. Man erkennt es deutlich, vom Hohlicht aus, an den gegenüber liegenden Gipfeln der Strahlhörner und des Allalinhorns. Auch im Niedersteigen vom Antronajoch nach Bajonasca, im Hintergrund von Zwischbergen, fallen die grauen Schiefer und Glimmerschiefer gegen N; erst unter geringem Winkel, dann weiter auswärts steiler. Allein nach dem Thalausgang hin wird die Structur weniger regelmässig; es tritt auf beiden Thalseiten Südfallen ein, und auf dem Furkelpass, bei Gsteig und Simpelen fällt der Gneis nach S 25 W.

Im Ansteigen von Brig, auf der berühmten, ältesten Kunststrasse, die über die Hochalpen nach Italien gebaut worden ist, sieht man an mehreren Stellen den vom Hauptthale her wohlbekannten Grauen Schiefer hervortreten, doch bleibt das Anstehende meist verdeckt unter mächtigen Schuttmassen, welche grössere gerundete Gneisblöcke einschliessen. Auf diese Blöcke, die nur von der Gruppe des M. Leone herstammen können, und auf die wallförmige Gestaltung der Schuttmassen könnte man vielleicht die Annahme gründen, dass man hier vor alten Gandecken stehe, dem letzten Ueberreste der früheren Schuttausfüllung des Thales der Saltine. — Etwa 1$^1/_2$ Stunden von Brig durchschneidet die Strasse Lager von grauem körnigem Kalkstein und schwarzem Schiefer, zwischen welchen sich auch knotige Quarzlager und Reihen von Quarznieren eindrängen. Das Fallen ist ziemlich constant nach S 45 O, mit zunehmend grösserem Winkel, so dass in der Gegend jener Kalksteine die Schichten vertical stehn. Wo aber die Strasse sich gegen Berisal wendet, wird Streichen und Fallen unregelmässig, und bald

sieht man nun unter dem Grauen Schiefer grünen Talkschiefer aufsteigen, in grossen ebenen Tafeln, mit 45° nach N 45 W fallend, mit schärfer Trennung von dem aufliegenden Grauen Schiefer. Ungeacht wiederholter Rückfälle in's S Fallen, bleibt doch N Fallen vorherrschend, bis zu dem tief in das Hochgebirge eingreifenden antiklinalen Thale des Kaltwassergletschers. Die Steinart ist ein ausgezeichneter Glimmerschiefer und Gneis, und bevor man die grosse Galerie und den Abfluss des Gletschers erreicht, ist denselben auch ein Streifen von merkwürdig zikzakförmig geknicktem Hornblendschiefer untergeordnet. Von hier an geht das Fallen über in S 55 W und bleibt ziemlich constant, über die ganze Höhe des Passes, bis nach Algaby. Die Strasse folgt, vom Hospiz bis nach Simpelen, einem isoklinalen Längenthal.

Nach dem östlichen Ende zu, in der Kette des M. Leone, des Hälsen und Chavardung, erscheint der Gneis in sehr auffallenden Verhältnissen, indem er so vielfach mit Kalkstein und Dolomit sich verschlungen zeigt, dass man leicht glauben könnte, er stehe damit in regelmässiger Wechsellagerung; und zwar scheint die Hauptmasse des Kalks die tiefere, die des Gneises die obere Masse zu bilden. Ein durch diese Gegend senkrecht auf das Streichen der Alpen gezogener Querschnitt trifft jedoch gerade auf den Hintergrund von Lauterbrunnen, wo ähnliche abnorme Lagerungsverhältnisse vorkommen, die uns zu grosser Behutsamkeit in der Beurtheilung aller analogen Fälle auffordern. Zugleich zeigt der Gneis in der Axe der Kette, obgleich nicht in den höheren Gipfeln, so grosse Neigung sich granitisch auszubilden, dass an mehreren Stellen von flasrigem Gefüge sich kaum mehr eine Spur zeigt, und, wie in den äusseren Protoginmassen, möchte wohl auch hier wieder in einem von dieser Granitmasse ausgeübten Druck die Ursache der Auflagerung des Gneises auf den Kalk gesucht werden.



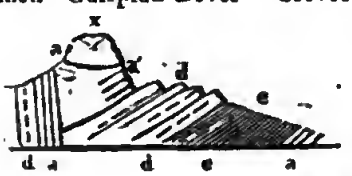
a Gneis. r Gyps. d Dolomit und Marmor. e Graue Schiefer.

Grössere und kleinere Blöcke von granitischem Gneis, vorherrschend ein feinkörniges Gemenge von weissem Feldspath und Quarz, mit grösseren weissen Feldspathkrystallen und glänzend schwarzen oder auch weissen Glimmerhlättchen, ohne Spur von Talk, füllen das Strombett des aus der Kriegalp herstammenden Wildhachs, der hei H. Kreuz im Binnenthal ans dem Gehirge heraustritt. Nur wenig südlich von H. Kreuz ist dieselhe Steinart im Stromhette auch anstehend. Ein aus denselhen Elementen gemengter Gneis, mit etwas mehr Glimmer, und in Verbindung mit Glimmerschiefer, wechselt auf der Südseite des Gebirges, mit dolomitischem Kalkstein, im Inneren dicht, durchscheinend, an der Aussenfläche gelb. Diese Gneisfelsen kommen vor zunächst am Ausgang des Kriegalppasses nach dem Alphoden Muscagne und stehn wahrscheinlich mit denjenigen der Nordseite, als mittlere Kernmasse des Gehirges, unmittelbar in Verbindung. Auch am östlichen Ende unserer Centralmasse finden wir diese Steinart wieder, in dem schauerlichen Felspasse, der von dem See auf Lehendù abwärts anf die Valdeschalp, einer rechtseitigen Vorstufe von Pommat führt. Die enge Spalte, in der man, nehen den tohenden Katarakten des Lebendùhaches, niedersteigt, wird von schroffen, aber vom Bache merkwürdig ausgewaschenen Wänden von Granit eingeschlossen, eines wahren Granits, worin der schwarze Glimmer in der Regel auf kleine Pünktchen heschränkt ist, an einzelnen Stellen aher auch in grösseren Nestern sich angehäuft hat.

Von H. Kreuz gelangt man, nach wohl zwei Stunden anhaltenden Steigens, in den schönen Circus der Giebelalp, und über die Schneelehnen ihrer Rückwand auf den Levipass, *Passo di Boccareccio*. Die Steinart, bis auf

die wohl an 2500 m. steigende Passhöhe, bleibt horizontal stratificirter Gneis, der nach der Höhe zu sich dem Glimmerschiefer nähert. Die neben dem Pass aufsteigenden Gipfel, das Hillenhorn westlich, das Rothhorn östlich, tragen aber, wie der Gipfel der Aiguilles Rouges und der M. Cervin, eine Kuppe von grauen Schiefern, und auch der Grosse Chavardung, der höchste Gipfel der Kette, der Hälsen und andere Gipfel zeigen diese Schieferbedeckung. — Der Pass des Gaispfads, *La Rossa*, der, östlich vom Chavardung über das Gebirge nach Dever führt, steigt anfangs, nachdem man, gegenüber Im Feld, über den Dolomit aufwärts, eine Stufe des Nordabfalls erreicht hat, ebenfalls an steilen Gneiswänden der Höhe zu; aber, lange bevor man diese erreicht, verliert sich der schwach S fallende Gneis unter einer mehrere hundert Fuss mächtigen Serpentinmasse, welche den Pass in seiner ganzen Breite bedeckt und vielleicht mit der Schieferdecke der Gipfel früher in näherer Verbindung gestanden haben mag.

Noch schroffer als auf der Nordseite, fällt das Gebirge gegen Mittag ab, nach den grossartigen Rundthälern von Levi und Dever. Auf dem Passe des Gaispfades tritt, im Niedersteigen nach Dever, unter dem Serpentin bald



a Gneis. d Dolomit.
a' Glimmerschiefer. e Graue Schiefer.
x Serpentin.

wieder Gneis hervor, horizontal, oder schwach N fallend, bis fast an den Fuss der Felswand anhaltend. Unter dem Gneis liegt ein leicht damit zu verwechselndes krystallinisches Gemenge von Glimmer, Quarz und durch starkes Aufbrausen zu erkennenden Kalkspaththeilchen, mit häufig eingeschlossenem Granat, und noch tiefer folgt zuckerartiger Dolomit. Entfernt man sich vom Fusse des Gebirges nach dem vorderen Ausgang von Dever, wo der Alpbach in prachtvollen Wasserfällen nach der Stufe der Bondaler-

alpen hinabstürzt, so sieht man im Fortschreiten durch den Alpboden von Dever immer tiefere Dolomitlager vordringen, um treppenartig abzubrechen, und am Absturz nach Bondaler und bis nahe vor Croveo zeigt sich nur schwärzlicher Schiefer, Kalkstein oder Dolomit, in einer Mächtigkeit von wohl 800 m., stets horizontal, oder N gegen das Gebirge einfallend. Es erinnert die Gebirgsstructur an die aufgerissenen Gewölbe der Juraketten, der Schiefer und Dolomit an den bloss gelegten Lias; aber, statt der Mauern von Coralrag oder Oolith, welche im Jura die Wände der Kesselthäler bilden, steigt eine Wand von Gneis und Serpentin in die Höhe. Dennoch lässt sich auch hier die jetzige Gestaltung des Gebirges wohl nur als eine Zerreissung und theilweise Zerstörung der früher den Dolomit vollständig bedeckenden Gneismasse begreifen. Die gegenwärtige Thalbildung ist, wie in den Savoyer- und Berner-Alpen, ein späterer Act ganz anderer Art gewesen, als der Process, durch den Gneis und Kalk so seltsam in einander verflochten wurden.

Der südliche Abfall des Levipasses (S. 223) gewährt eine vielleicht noch vollständigere Uebersicht dieser Verhältnisse, indem der Alpboden von Levi beträchtlich tiefer, als derjenige von Dever liegt, und sein Ausgang nach Campo den Fels fast ohne Unterbrechung entblösst zeigt. Die untere Grenze der vom Passe abfallenden Gneiswand wird durch eine schmale Terrasse bezeichnet, von deren äusserem Rande sich der Absturz nach dem kraterähnlichen Grunde der Levialp fortsetzt. Dieser, wohl bei 300 m. hohe Absturz besteht aus grauem schiefrigem Kalkstein, streifweise übergehend in weissen Marmor, oder gelben dolomitischen Kalk, und durchzogen von Granat führendem Glimmerschiefer. Die Lagerung ist, wie die des aufliegenden Gneises, horizontal, oder schwach N fallend. Den Engpass, durch welchen der Alpbach nach der Fläche von Campo hinabstürzt und diese Fläche selbst umschliessen gleichfallende zuckerartige Dolomitlager. Verfolgt man aber die westliche Thalwand von Campo aufwärts bis auf die Höhe oberhalb Trasqueras und Isella, so wird die erst noch so bedeutende Kalk- und Dolomitmasse immer schwächer,

als ob sie sich gegen Mittag auskeilen wollte, und auf der Höhe selbst, von der man in das zwischen hohen Gneiswänden eingeschnittene Isellathal hinabsieht, bedeckt sich der auf weniger als hundert Fuss zusammengesunkene Kalkschiefer wieder mit Gneis. Es ist eine isolirte, wenig mächtige Gneispartie, die offenbar ursprünglich mit dem oberen Gneis des M. Leone und des Levipasses im Zusammenhang stand. Die ganze fehlende Masse kann, da die Unterlage von Dolomit im Zusammenhange geblieben ist, nur durch Zerstörung und Wegführung verschwunden sein. Es bleibt, wie fast überall in den Alpen, wo man nach der Entstehung der leer gewordenen Räume fragt, nur die Erosion als Erklärungsgrund übrig.

6. Die Tessineralpen.

Der eigenthümliche alpinische Charakter der Steinarten und ihrer Structurverhältnisse ist in diesem Gneis- und Glimmerschieferrevier so viel als ganz verschwunden. Der Talk ist dem Glimmer gewichen, die unentschiedenen Kalktalk- und Kalkglimmerschiefer wechseln nicht mehr mit den zur Gruppe selbst gehörenden Gesteinen, sondern bleiben am Rande zurück, oder sind aufgelagert. Die herrschende Steinart ist ein ausgezeichneter, wahrer Gneis, von dem Gneis der Kriegalp in der vorigen Gruppe kaum verschieden: weisser Feldspath und Quarz, meist innig verwachsen, stark glänzender dunkel brauner oder schwarzer, Hornblende ähnlicher Glimmer, oft bekleidet oder gemengt mit silberweissem Glimmer, beide Abänderungen in einander übergehend, der Glimmer, theils vorherrschend in zusammenhängenden ebenen Straten, theils in einzelnen grösseren Blättchen die ebenen Absonderungen bedeckend, theils in zarten Theilchen und Pünktchen. Selten trennt sich der Feldspath deutlich vom Quarz, noch seltener ist er porphyrartig ausgesondert. Es ist dieser Gneis, dessen Zubereitung zu lattenförmigen Weinpfeilern und Bausteinen einen bedeutenden Erwerbszweig in den Thälern der Toccia,

Maggia nnd des Ticino ausmacht. In den äusseren Centralmassen besitzt der Gneis selten diese ausgezeichnete ebene Spaltbarkeit, und wo sie vorkömmt ist sie nicht, wie hier, in grosser Ausdehnung anhaltend. Der Gneis erscheint dort meist nur als Zwischenglied, durch welches der Glimmer- oder Talkschiefer sich mit dem Protogin verbindet.

Nächst dem Gneis bildet Glimmerschiefer ein wesentliches Glied der Gruppe. Die Bestandtheile sind dieselben, wie die des Gneises, nur ist kein Feldspath erkennbar; man bleibt jedoch öfters ungewiss, ob in den weisslichen, gegen den Glimmer stets zurückstehenden Streifen nicht auch Feldspaththeilchen dem Quarz beigemengt seien.

Der Gneis herrscht vor in den Thälern und an den unteren Gehängen, der Glimmerschiefer auf den oberen Höhen der Gebirge, und wenn auch diese aus Gneis bestehn, so ist doch in der Regel der tiefere Gneis deutlicher entwickelt, reicher an Feldspath und enthält zuweilen grössere Feldspathkrystalle. Es liegt nahe, aus diesem Verhältniss auf eine gleichzeitige Entwicklung der ganzen Masse zu schliessen, auf welche in der Tiefe, unter dem Schutze des aufliegenden Theiles, länger, als in der Höhe, die zum Hervortreten des Feldspaths günstigen Einflüsse einwirken konnten. — Ein ausgezeichneter Glimmerschiefer, aus welchem auch silberweisser Talk für sich in besonderen Straten sich aussondert, bildet den oberen Kamm und die Gipfel des Gebirges, vom Campolongopasse bis in den Pizzo-Foruo, einem Hauptpunkte der trigonometrischen Vermessung. Es schliesst dieser Glimmerschiefer an der Cima di Lambro, hinter Dalpe, dicht gedrängte, bis zollgrosse *Granaten*, seltener auch schwarzen *Turmalin*, *Staurolith* nnd *Cyanit* ein. Am Fusse des P. Forno, auf Sponda, oberhalb Chironico, brechen die in allen Sammlungen bekannten *Staurolithe* und *Cyanite*, in gleicher Menge, wie auf Lambro der *Granat*, dem Glimmerschiefer und Talkschiefer eingemengt.

Die Structur dieser Gneis- und Glimmerschiefermasse zeigt sehr beachtenswerthe, für die Naturgeschichte dieser

Steinarten wichtige Verhältnisse. — Sismonda, vom Gries her durch Formazza und Antigorio nach Domo d'Ossola reisend, fand in Formazza die Stratification des Gneises verworren, und nimmt Anlass bei Crodo, wo das Thal den Namen Antigorio annimmt, auf einen Irrthum von Saussure aufmerksam zu machen, der hier die horizontale Zerklüftung für Stratification angesehn hätte, während man doch, bei genauerer Ansicht, erkenne, dass die Glimmerblättchen nahezu vertical stehn. Wirklich ist auch, bei Enzo-Crevola auf der rechten, wie bei Masera auf der linken Thalseite, an der verticalen Stratification des Gneises nicht zu zweifeln, sie fällt von fern schon in's Auge, und bis Vogogna und Ornavasso, am Ausgang des Thales, bleibt diese verticale Schieferung und Lagerstellung vollkommen constant. Aber, mit nicht geringerer Bestimmtheit erkennt man höher im Thale eine wenig geneigte, bis ganz horizontale Stratification, die nicht nur durch Klüfte, sondern durch die parallele Lage der Glimmerblättchen und Quarzbänder bezeichnet wird. So bereits der zollgrosse Granaten führende Glimmerschiefer, auf dem die Kirche von Premia steht, und an den hohen verticalen Gneiswänden, welche weiter aufwärts den breiten Thalboden wie Mauern begrenzen, ist die weithin fortsetzende horizontale oder schwach N fallende Absonderung offenbar Schieferung und nicht eine abnorme Zerklüftung. Auch oberhalb der Stufe, die aus Formazza in das hoch liegende, von Deutschen bewohnte Pommat führt, hält dieses schwache N Fallen an, und erst gegen den Tosafall hin, wo man das Gebiet der Centralmasse des Wallis betritt, sind die Straten wieder steiler geneigt.

Verfolgt man von Crevola die Simplonstrasse einwärts nach Isella und Gondo, so findet man die genügendste Bestätigung dieser Beobachtungen. Die verticale Absonderung hat sich in der engen Schlucht bei Gondo, und lange vorher schon, ganz verloren, das Gestein ist dicht verwachsen und massig zerklüftet. Aber nur hier, im innersten Kern. Auf der Höhe, in Zwischbergen und Bugnanco, herrscht allgemein schiefrige Absonderung, mit nicht starkem Fallen nach O und S; die Steinart ist

Gneis, und geht nach der Höhe zu bald in Glimmerschiefer über, der an mehreren Stellen gedrängt voll Granaten ist. Die Gebirge nördlich von V. Vedro, in die man eintritt, wenn man von Gondo die hohe Stufe nach Simpelen ansteigt, haben wir zwar mit der vorigen Centralmasse vereinigt, sie macheu aber keine Ausnahme. Die Schieferung tritt in der Höhe von Simpelen wieder deutlich hervor, die Fallwinkel sind nirgends gross, und auf den Höhen oberhalb der Strasse herrscht Glimmerschiefer.

Derselbe Gegensatz der Stratification: verticale Stellung am unteren Ausgang der Thäler, verworrene, oder granitische Structur im mittleren, sanfter geneigte, oder horizontale Lage im Hintergrunde, wiederholt sich beinah in der ganzen Erstreckung dieser Gruppe und charakterisirt dieselbe eben so, wie die Fächerstructur die mehr auswärts liegenden Centralmassen. Der Uebergang der verworrenen in die verticale Stratification findet auf einer Linie statt, die von Varzo, oberhalb Crevola, über Russo in V. Onsernone, zwischen Maggia und Cevio durch, nördlich von Lavertezzo in V. Verzasca, über Osogna in V. Leventina streicht. Weiter östlich, in Calanca und Misocco, treten andere Verhältnisse ein. Man würde sich getäuscht finden, wenn man erwarten sollte, in einem dieser Thäler die Grenze zwischen der horizontalen und verticalen Stratification durch eine knieförmige Umbiegung der Schichten, oder eine abweichende Lagerung, ein Abbrechen der horizontalen an den verticalen Straten, bezeichnet zu sehn.

Die schöne, beinah ganz in Fels gesprengte Kunststrasse, welche von Loco in Onsernone nach der reichen Thalfläche von Intragna und Ponte Brolla führt, eignet sich vortrefflich zu Beobachtungen über diese Structurverhältnisse. — Aus dem hoch, in einem triftenreichen, sonnigen Gebirgskessel gelegenen, von Wohlstand zeugenden Alpdorfe Campo, führt ein wenig beschwerlicher Pass in das benachbarte unheimlich wilde Thal von Vergeletto. Drei Stunden lang zieht sich dieses fort, als eine finstere Schlucht, mit gleichförmig steilen, meist bewaldeten, hohen Thalwänden, so enge, dass der Reisende oft nur im Schutt des

Thalbachs vorwärts dringen kann. Das ärmliche Dorf Vergeletto, die einzige Ortschaft des Thales, ist an dem schroffen Abhang wie angeheftet, und ein Wasserfall tost mitten zwischen den Häusern durch nach der tiefen Thalschlucht. Von da an ist der Weg etwas besser und führt, hoch ansteigend, um die Abgründe, zwischen welchen die Berzona sich durchdrängt, zu vermeiden, durch ein immer noch wild gebirgiges Querthal, nach dem äusseren Onsernone, wo nun, an gut unterhaltener Strasse, Dorf an Dorf sich reiht, Russo, Mosogno, Berzona, Mulini, alle am steilen Abhang, ohne ebenen Fleck, mehrere hundert Meter über dem in enger Schlucht fliessenden Thalbach, aber umgeben von Wein, Kastanien nnd Fruchtbäumen, mit schönen Kirchen und städtischen Wohnungen, dicht bevölkert von einem schön gewachsenen, durch Strohflechterei oder ausländische Industrie wohlhabend gewordenen Menschenschlage. — Von Campo durch Vergeletto bis in das Hauptthal übersteigt der Fallwinkel der Gneisstraten selten 45° nnd hält sich meist in der Nähe von 30°; die Fallrichtung ist nach O. Vor Russo herrscht ein Fallen mit 50° nach S 40 W, dann wird, oberhalb Russo, die Steinart eine beträchtliche Strecke granitisch, der Glimmer fehlt beinah ganz, und mit ihm jede Spur von Stratification, und wenn nun, bei Loco, der Fels, bei wiederkehrendem Glimmer, in die Gneisstructur zurückfällt, stehn die Glimmerblättchen vertical, und verticale Stratification hält an bis nach Locarno.

Ausserhalb Auressio, glaubt man allerdings häufig horizontale Schichtung wahrzunehmen, die Absonderungen sind deutlich und bleiben auf beträchtliche Strecken hin vollkommen parallel, dickere Lager wechseln mit dünneren. Aber die Glimmerblättchen in diesen horizontalen Lagern bleiben vertical, ganz wie Sismonda es in Antigorio beobachtet hat; dann erscheinen auch verticale, dem Glimmer parallele Klüfte, an welchen jene horizontalen abschneiden, und je mehr man sich Intragna nähert, desto seltener

werden die horizontalen Absonderungen, so dass man sich bald ganz im Revier verticaler Stratification befindet. — Verfolgt man dann von Ponte Brolla, statt nach Locarno, die Strasse einwärts in V. Maggia, so wiederholen sich hier diese Verhältnisse. Die Zerklüftung bleibt, wie die Lage des Glimmers, vertical bis in die Nähe von Maggia. Weiterhin glaubt man an den mauerartig den breiten Thalboden einschliessenden hohen Felswänden eine vollkommen regelmässige und anhaltende, schwach S fallende Stratification zu sehn, wie je in Kalkstein- oder Sandsteingegenden; die Glimmerblättchen stehn immer vertical und Glimmerstraten wechseln mit verticalen Feldspath- und Quarzstraten. An einer einzelnen Stelle nur fand ich in einem der horizontalen Gneislager auch den Glimmer horizontal, während südlich und nördlich verticale Glimmerstellung herrschte. Es taucht in dieser Gegend, bei Soméo, unter dem Gneis auch wahrer Granit auf, mit Rundhöckerbildung; die Gneisstraten in seiner Nähe sind stark verbogen; dann tritt wieder verticale und sogar N fallende Zerklüftung ein, so dass die Verhältnisse fast bei jedem Schritt wechseln. Zwischen Soméo und Cevio endigt sich aber nun der Gegensatz zwischen Zerklüftung und Schieferung, der Glimmer wird den Kluftflächen parallel, die Stratification bleibt regelmässig schwach S fallend, und erst nördlich von Cevio ändert sich dieselbe wieder und folgt anderen Richtungen.

Diese Beobachtungen, denen wir ähnliche aus V. Anzasca und V. Leventina anreihen könnten, lassen nicht bezweifeln, dass die scheinbare Stratification oder Zerklüftung des Gneises in diesen Thälern nicht die Folge successiver Ablagerung, nicht eine Wirkung der Schwere sei. In Uebereinstimmung mit den Resultaten, die wir aus der Untersuchung der Centralmassen des Montblanc und des Finsteraarhorns gezogen haben, zeigt auch hier die Zerklüftung eine nähere Verwandtschaft mit derjenigen massiger Gesteine, als mit den Schichtabsonderungen von Sedimenten. Ohne ein längeres Detailstudium der Geologie dieser wenig bekannten Thäler ist es aber unmöglich über die Kräfte, welche die Structur ihrer Steinarten beherrscht haben, selbst nur Vermuthungen zu wagen.

In Onsernone und Maggia haben wir mit dem Gneis auch Granit in enger Verbindung gesehn. Wahrscheinlich ist derselbe nur als eine Abänderung derselben Masse und nicht als ein fremdartiges, später in den Gneis eingedrungenes Gestein zu betrachten. Die Bestandtheile beider Steinarten sind dieselben, nur enthält der Granit weit weniger Glimmer, und dieser Mangel hat wohl auch das Wegfallen der Schieferung bedingt. — Es zeigt sich der Granit übrigens an anderen Stellen dieser Gebirge auch in der Höhe. Unter der Leitung eines wenig kundigen Führers überstieg ich von Brione aus die Felskette, welche Verzasca von Maggia trennt. Wir drangen westwärts in das gegen zwei Stunden lange, wilde Osérthal ein, stiegen im Hintergrund nördlich auf eine zu Alpweiden benutzte, von einem hohen Felskranz umgebene Thalstufe und kletterten dann über die wohl gegen 100 Fuss hohe, auf beiden Seiten schroff abgestürzte Felsmauer an die Westseite des Gebirges, an den kleinen, nach Broglio auslaufenden See der Alp Tome. Die Steinart dieses Felskammes ist ein Granit oder granitischer Gneis, die grobkörnige, theilweise schiefrige Masse ist verwachsen mit feinkörnigem Granit derselben Elemente und mit Glimmerschiefer, aber ohne regelmässige Schieferung. Man bleibt ungewiss, ob man darin einen von feinkörnigen Granitgängen nach allen Richtungen durchflochtenen Gneis und Glimmerschiefer, oder eine gemeinsame Masse erkennen solle, die sich bald fein-, bald grobkörnig, bald massig, bald schiefrig entwickelt habe. Die letztere Deutung scheint mir der Natur eher zu entsprechen.

Nach dem Hintergrund der Thäler und im Osten der Gruppe verwickelt sich die Structur. Das Streichen, das in allen bisher behandelten Centralmassen sich dem Hauptstreichen der Alpen annäherte, oscillirt um den Meridian, oder fällt mit demselben zusammen, die Fallwinkel, erst noch so gering, steigen wieder über 45^0 und bis 90^0. Das herrschende Fallen im hintern Maggiathal wendet sich, hinter Cevio, bei Bignasco, Sornico, Peccia, nach O, von N 70 O bis S 80 O, mit Fallwinkeln von 45^0 bis 75^0, und dasselbe Ostfallen zeigt sich im Hintergrund der

westlicheren V. Bavona. In V. Leventina dagegen, von Faido abwärts bis Giornico, ist das Fallen nach W, von S 25 W bis S 55 W. Man möchte fast glauben, dass in der wilden Felskette des M. Beucer, welche zwischen Chironico in V. Leventina und Sornico in V. Maggia die Wasserscheide bildet, die Centralmasse eines kleinen meridianen Fächersystems zu suchen sei, welcher auch die Granitmauer im Hintergrund der V. Osér angehören möchte. Nördlich von V. Osér ist jedoch diese Felskette noch von keinem Geologen überstiegen worden. — Eine Fortsetzung dieser Verhältnisse der höheren Tessinerthäler nach Osten hin, haben wir nicht zu erwarten, da in V. Blegno und im Hintergrund von V. Calanca die Gebirgsstructur offenbar von der Masse des Adulagebirges beherrscht wird, die als selbstsändige Gruppe betrachtet werden muss. Der Fels ist in dem hoch liegenden und engen, dennoch aber in schönen Dörfern stark bevölkerten V. Calanca meist bedeckt durch die reiche Kastanienwaldung, durch Wein- und Getreidebau. Wie in vielen dieser südlichen Alpthäler gelangen die Bewohner öfters zu einigem Wohlstand durch mehrjährige Auswanderung und industrielle Thätigkeit im Auslande. Dem Einflusse seiner begüterten Grundbesitzer verdankt das Thal eine schöne, leider schlecht unterhaltene Kunststrasse, die sich von Grono in vielen Windungen bis zu dem 500 m. höheren Thalboden erhebt. Durch sie ist an mehreren Stellen der Fels entblösst worden, ein ausgezeichneter Gneis, der constant nach N 25 O einfällt, parallel streichend mit dem Gneis in V. Leventina, aber entgegengesetzt fallend. In V. Misocco, bei Lostalla, Soazza, sieht man denselben schönen Gneis von Calanca, mit stark glänzendem schwarzem und silberweissem Glimmer, zuweilen, aber nur als Ausnahme, mit grossen Feldspathzwillingen, stets nach N 25 O fallen. Dann nähert sich das Streichen wieder mehr dem Meridian. Die herrschende Steinart in V. S. Giacomo bis nach Campodolcino ist Gneis, der nach der Höhe zu, wie in den Gebirgen der Tessineralpen, in Glimmerschiefer übergeht und mit 40^0 bis 60^0 nach N 45 O bis N 70 O einfällt. In V. di Lei und Madris und bis nach

Ferrera hin, wo Talkgneise mit weissem Marmor wechseln, herrscht allgemeines O Fallen.

Das auffallende meridiane Streichen der Stratification, beinah senkrecht auf das Streichen des Alpenzuges, beschränkt sich aber nicht auf diese verlornen, wenig bekannten Gebirge, man kann es, nach Osten zu, durch Misocco, S. Giacomo, Avers bis nach Oberengadin verfolgen, und es haben auch bereits im Anfange dieses Jahrhunderts der ältere Escher und von Buch darauf aufmerksam gemacht. Es ist diese Structur ferner nicht etwa nur als eine Schieferung der krystallinischen Gesteine aufzufassen, ähnlicher Art wie die angeführte verticale und horizontale Absonderung des Gneises. Die ein- und aufgelagerten Massen von Hornblendschiefer, Kalkstein, Dolomit, Grauem und Grünem Schiefer folgen ihr eben so allgemein, wie die krystallinischen Schiefer, sie beherrscht das ganze Gebirge von der hinteren V. Maggia bis nach Maloja, in einer Ausdehnung von 16 Meilen in die Länge, und von Chiavenna bis Vals, auf etwa 7 Meilen in die Breite. Es schwankt das Streichen von h. 8 bis h. 1, und als Mittel kann h. 11, d. h. ein Streichen in N 30 W, mit einem Fallen nach N 60 O angenommen werden. Man kann in dieser Fallrichtung vielleicht die Spur des alten Ringgebirges erkennen, welches Piemont umschlossen zu haben scheint, bevor neuere Hebungen und Veränderungen der Erdrinde die jetzige Gestaltung des Alpensystems herbeiführten.

Es lässt sich wohl annehmen, dass die Aufrichtung der Straten im Sinne des Meridians die Entstehung der zahlreichen meridianen Ketten und Thäler dieser Gegenden, wenn nicht hervorgerufen, doch begünstigt habe. Bei näherer Prüfung zeigt sich jedoch, wie fast überall in den Alpen, die Gestaltung des Bodens in nur schwachem und leicht in Frage zu stellendem Zusammenhange mit der Stratification, und die vielen parallelen Thäler, von V. Maggia bis V. S. Giacomo, sind eben so wenig reine, der Schichtung parallele Längenthäler, als etwa Wallis oder Vorder-Rheinthal, deren Lauf sich ebenfalls dem Streichen der sie begrenzenden Gebirge annähert. Auch sehn wir sogleich westlich eine grosse Zahl ausgezeichneter meridianer Thäler,

wie V. Antigorio, und die Thäler südlich und nördlich von dem Gebirgskamm des M. Cervin, deren Richtung zu der Stratification der Gebirge nicht in der entferntesten Beziehung steht.

Nach dieser Uebersicht der Steinarten und ihrer Structur, nehmen auch die Grenzverhältnisse dieser Gruppe unsere Aufmerksamkeit in Anspruch.

Wir finden das erste Auftauchen des schönen, für diese Gruppe charakteristischen Gneises in den Grundlagen des M. Rosa. Die Gandecken des Gornergletschers bei Zermatt, die aus dem Thalhintergrund stammenden Trümmer in V. Challant und Gressoney bestehn aus demselben Gneis, den wir in den Tessinerthälern kennen gelernt haben. Man findet ihn auch anstehend an den Pässen des M. Turlo und M. Moro, und vorzüglich an den Felswänden und Riffen des berühmten Gebirgskessels von Macugnaga, des grossartigsten Circusthales der Alpen, dessen Hintergrund die über 3000 m hohen, schroffen Abstürze der Gipfelreihe des M. Rosa bilden. Nach der Höhe zu geht dieser Gneis, wie in Tessin, in Glimmerschiefer über, und die vier Hauptgipfel des M. Rosa bestehn, wie es scheint, ausschliesslich aus letzterer Steinart. Granit kommt in der Tiefe auch wohl vor, aber so innig verbunden mit dem Gneis und von so übereinstimmender Zusammensetzung, dass DE SAUSSURE in ihm nur eine Abänderung des Gneises und keine selbstständige Formation erkennen konnte. Das Fallen der Gneisstraten in der ganzen Gruppe des M. Rosa ist schwach nach W; auf M. Moro mit etwa 30° nach N 65 W, auf M. Turlo nach S 45 W. Auf der Mittagseite des M. Rosa, auf den Kämmen von Ollen, der Betta-Furke, der Cimes Blanches herrscht schwaches Südfallen, auf dem Kamm des Matterjochs liegen die Strateu nahezu horizontal. Auf der Nordseite des Gebirges zeigt die ganze Gruppe der Strahlhörner und des Allalinhorus bis an den Täschgrat N Fallen, und das abweichende steile S Fallen der Grünen Schiefer des Riffelgrates kann, als ein ganz locales, hier nicht in Betracht kommen. Ueber die Folge der Steinarten wird daher hier kaum ein Zweifel walten können. Der Gneis

bildet offenbar die tiefste sichtbare Grundlage; über ihm liegt, im Hauptstocke selbst und bis in die obersten Gipfel, Glimmerschiefer, in der mantelförmigen Umgebung aber herrscht Grüner Schiefer, Cipollin und Serpentin. Diese letzteren Gesteine, obgleich ihre Kämme und Gipfel mehrere tausend Fuss unter den Gipfeln des centralen Stocks liegen, setzen nicht in diesen hinein, und es muss daher allerdings zwischen der centralen Masse und der von ihr abfallenden Umgebung eine Verwerfung oder Spalte bestehn, welche der Annahme Raum lässt, entweder, dass der Hauptstock durch seine Umgebung herausgestossen worden sei, oder dass diese neben ihm eine Senkung erlitten habe, eine Annahme, die bereits zur Erklärung der auffallenden Gestalt des Matterhorns und anderer nahe stehender Gipfel versucht worden ist.

Die südöstlichen und östlichen Umgebungen des M. Rosa zeichnen sich aus durch Reichthum an Erzen. Die Mehrzahl der Gruben, die einen im Thalboden, die anderen sehr hoch am Gebirge, waren oder sind noch jetzt auf Gold führenden Schwefelkies im Betrieb. Am Abfall des Hohlichtes gegen Gressoney, auf Indren, in 3000 m. Meereshöhe, findet man drei Stollen auf Golderze; mehrere andere liegen auf Imbour, am Abfall gegen Alagna. Am stärksten werden gegenwärtig die Gruben in V. Anzasca betrieben, theils auf der linken Thalseite, oberhalb S. Carlo, bei Ponte Grande, theils im Thalgrunde selbst, bei Pestarena, theils in V. Quarazza, am Fusse des Turlo. In V. Antrona sind Goldgruben eröffnet hoch an der rechten Thalseite, zwischen S. Pietro und Antrona-Piana. Auch die Golderze von Zwischbergen oder V. Vaira am Simplon gehören zu dieser Erzgruppe. Die Curve, welche diese verschiedenen Punkte verbindet, folgt ungefähr dem äusseren Umfang des hohen Kammes, der, nur von dem Circus von Macugnaga unterbrochen, vom Hohlicht über den P. Bianco nach dem Piz Bottarello, dem M. Russo, M. Latino (der *P. Parabianco* oder *Weissmiel* der Karten), und dem Fletschhorn fortstreicht. — Ein alter, in früherer Zeit sehr nachhaltend betriebener Bergbau bearbeitete ein über 2 m.

mächtiges Lager von Kupferkies, das zwischen Riva und Alagna in der hinteren V. Sesia dem Grünen Schiefer eingelagert ist.

Das schwache W Fallen des Gneises hält in V. Anzasca an, bis unterhalb Pestarena. Weiter auswärts folgt die Zone des vertical stratificirten Gneises. Ein schöner Gneis mit grossen Feldspathkrystallen, vertical, oder steil nach S 65 O fallend, bildet die Felskette, N von Carcófforo, und tritt an dem hohen und scharfen Kamm des Éguiapasses an mehreren Stellen hervor. Verticale Gneisstraten durchsetzen auch, mit gleichem Streichen, das Strombett der Anza bei Ponte Grande; man findet sie wieder am Uebergang nach Antrona, bei Calasca, und im mittleren und unteren Antrona, bei Scherauca und Villa. — Entscheidende Auflagerungsverhältnisse sind, bei dieser verticalen, oder um dieselbe schwankenden Stellung der Straten, längs dem Südrande der Gruppe nicht zu erwarten.

Längs dem nordwestlichen Rande verwickeln sich die Verhältnisse, weil man nicht überall eine sichere Grenze zwischen dem Gneis dieser Gruppe und demjenigen der nördlich anstossenden Gebirgsmasse des Wallis zu ziehn vermag.

Wir glauben zunächst diese Grenze an dem Pass der Antronafurke, die aus Saas nach Antrona führt, durch einen Hornblendstreifen bezeichnet zu finden und von da weiter nördlich nach Zwischbergen oder Val Vaira verfolgen zu können. — Ein anderer, wenig bekannter Gebirgspass, Passo della Pietra, führt von Antrona nach V. Vaira. Man steigt von Antrona-Piana etwa anderthalb Stunden längs dem Thalbach nördlich aufwärts nach dem westlich, auf einem wohl über 30 m. hohen, quer durch das Thal ziehenden Wall stehenden Dörfchen Checcio. Das Thal wendet sich von da ganz nach W, dem Scheidegebirge gegen Saas zu, als eine breite, vollkommen ebene, mit Kies, Sand, sparsamer Weide und Gesträuch bedeckte Fläche, als Pferdealp oder Rossboden benutzt. Der Querwall von Checcio, durch den nur mühsam das Thalwasser sich durchwindet, besteht aus einer regellosen Anhäufung grosser Blöcke, einer Frontalgandecke täuschend ähnlich,

der Rossboden, der sich über eine Stunde weit nach dem westlichen Gebirge hinzieht, erinnert an den alten Gletscherboden des Aargletschers, oder an den Gasterengrund. Indess ist von Checcio aus gegenwärtig kein Gletscher sichtbar, der Rossboden wendet sich am Fuss der Hauptkette nach Süden, mit beträchtlichem Ansteigen, und hier erst, wohl 2 Stunden von Checcio, endigt das Thal an einem, nicht sehr grossen Gletscher. — Die Terrasse, auf welcher Antrona steht, ist von Gebirgen umgeben, die ein verworrenes Gemenge von Hornblendgesteinen, Serpentin, Chloritschiefer und stark glänzendem Glimmerschiefer sind, ohne Regelmässigkeit der Schieferung und der Gesteinsfolge. Man sieht am kleinen See von Ronc, westlich von Antrona, diese Gesteine unter den schwach nach S 65 W fallenden granitischen Gneis mit grossen Feldspathkrystallen, die Fortsetzung des Gneises des M. Moro und der Antronafurke, einsinken. Im Ansteigen nach Checcio ist man nur von jenen grünen Schiefergesteinen, besonders Chloritschiefer und Glimmerschiefer, umgeben, welche stets nach SW bis W fallen, und auch der Trümmerwall von Checcio und die Geschiebe des Rossbodens zeigen kaum eine andere Steinart. Nur findet man auf letzterem noch vereinzelte Trümmer von Serpentinschiefer und einem unvollkommenen Gneis, der leicht derselben Gesteinsgruppe angehören möchte. Wahrer Gneis, wie er in geringer Entfernung auf der Antronafurke herrscht, scheint ganz zu fehlen. Beinah möchte man sich zur Annahme berechtigt glauben, dass die grünen Schiefer des hinteren Saasthales in einer breiten Zone, nördlich von der Antronafurke, quer durch die Kette des M. Latino durchsetzen, dass man demnach bei Antrona und Checcio das Gebiet der Tessinergneise bereits überschritten habe und sich den Simplongneisen der Wallismasse nähere.

Ein ohne Unterbrechung steil aufsteigender Pfad führt, auf der Nordseite des Rossbodens, nach einer wohl 650 m. über demselben stehenden Alphütte, zu der sich an dem schroffen Absturz des Gebirges kaum eine schmale Stufe gefunden hat. Noch steiler und fast eben so lang ist der Weg von der Alp auf die Höhe des Passes, und gleich

schroff fällt das Gebirge ab in den Hintergrund von Zwischbergen, das hier als ein tief eingeschnittenes, canalähnliches, einsames Thal sich darstellt. Im Ansteigen vom Rosshoden nach der Alphütte sind die Grünen Schiefer, Chloritschiefer und Serpentinschiefer, vorherrschend, oberhalb der Hütte glänzende graue Glimmerschiefer, worin auch wohl Feldspath vorkommt, ohne dass jedoch wahrer Gneis sich zu bilden vermöchte. Auf dem Passe ist diesem Glimmerschiefer ein mehrere Meter mächtiges Lager von körnigem Kalkstein untergeordnet, und Grüne Schiefer fehlen auch hier nicht. Die Straten stehn vertical, oder fallen, wie schon von Antrona her, steil nach W. Man verfolgt, von der Höhe weg, die rechte Thalseite, hoch über den lothrechten Abstürzen, bis zur Alp Bajonasca, wo es erst, und kaum noch, möglich wird, den Thalgrund zu erreichen. Auf der linken Thalseite erheben sich die nakten, in ihren Einschnitten Gletscher und Schneefelder tragenden Felsmauern, welche Zwischbergen von Saas trennen. In einer hohen Pyramide, neben welcher ein Gletscherpass in 4 Stunden von Bajonasca nach Saas *(Val Zosa)* führen soll, schliesst sich, im Hintergrund von Zwischbergen, der überstiegene Felsgrat an die Hauptkette. Der Abfall von Bajonasca nach dem Thalboden besteht, in weiter Verbreitung, aus Grauem talkigem Schiefer und körnigem Kalkschiefer, verwachsen mit Abänderungen von Grünem Schiefer, unter veränderlichem Winkel N fallend. Die Felswände der linken Thalseite dagegen gehören bereits dem Gneis und Glimmerschiefer des Simplon an, den Gesteinen des Fletschhorns und M. Leone. Das Fallen ist nach S, und die Kalkschieferbildung muss daher wohl diesem Gneis aufgelagert sein.

Weiter nördlich scheint der Kalk, auf einer grösseren Strecke, durch den krystallinischen Schiefer ganz verdrängt zu werden. Auf den Höhen, welche den westlichen Hintergrund von V. Bugnanco bilden, und auswärts nach dem Hauptthale sieht man nur S fallenden Glimmerschiefer und Gneis. Ein Kalkofen, hoch über Pizanco, und Trümmer von weissem Marmor verrathen jedoch das Vorkommen einzelner Kalkmassen. In einer Mächtigkeit von 30 bis 50

Meter zeigt sich der weisse Marmor am Ausgang von Zwischbergen, hoch über dem Gneis von Gondo, nach der Höhe zu abwechselnd mit Granat führendem Glimmerschiefer.

Die Kalk- und Schiefermasse der Levi- und Deveralpen liegt im Streichen der von Saas her durch Zwischbergen verfolgten Grünen Schiefer und Kalksteine und darf wohl als ihre Fortsetzung betrachtet werden. Wie oberhalb Zwischbergen wird der Marmor und Dolomit von Granat-Glimmerschiefer bedeckt. Die Lagerung der Tessiner oder Antigoriogneise gegen diese Kalksteine und Grauen Schiefer ist kaum einem Zweifel unterworfen. Der NW fallende Graue Schiefer, über den der Deverbach seine schönen Katarakten bildet, ist offenbar dem Glimmerschiefer und Gneis von Croveo und Premio aufgelagert; die mächtige Kalkschiefermasse von Ager, die Fortsetzung derjenigen von Dever, bedeckt die Gneisfelsen, die, mit schwachem N Fallen, bis an den Stalden von Pommat, die hohen Felswände zu beiden Seiten von Formazza bildet. An mehreren Gipfeln und Kämmen dieser Gegend sieht man auch, wie bereits in der Kette des Bortelhorns und Chavardung, den Gneis eine Kuppe oder Decke von Grauem Schiefer tragen.

Längs der ganzen Nordgrenze findet man von diesem normalen Lagerungsverhältniss, der Gneis in der Tiefe, der Graue Schiefer als Decke, wenig Ausnahmen, und nur an Stellen, wo ohnehin grosse Störungen in der Schichtenlage vorkommen. So scheint im Thalgrund von Pommat ein mehrfacher Wechsel von Gneis und Schiefer, wie es scheint, Einklemmungen des letzteren in den ersteren, statt zu finden; das wahre Verhältniss ist aber wohl das am Fall der Tosa zu beobachtende, wo der herrschende granitische Gneis mit 30° bis 45° N einfällt; oberhalb dem Fall, von S. Antonio einwärts, bestehn alle Gebirge aus braunem und schwarzem Schiefer, Marmor, Dolomit, und sind offenbar jenem Gneis aufgelagert.

Grössere Verwicklungen zeigen sich in dem merkwürdigen Gebirgsknoten von Naret, wo die wilden Thäler V. Bavona, V. Peccia und Campo la Torba zusammen-

stossen. In der tief eingeschnittenen Schlucht der hinteren V. Bavona, am östlichen Fuss des bisher fast unbekannt gebliebenen, von keinem Geologen noch untersuchten Gran Pasodan, überlagert der Gneis, der auf seiner Westseite die Alp Suena, den obersten Winkel der V. Peccia umschliesst, den zur nördlich anstossenden Kalkzone gehörenden Dolomit und ist mit diesem und Schiefergesteinen verflochten. Aber auf Naret und in Campo la Torba ist die normale Auflagerung der Kalkschiefer auf dem Gneis wieder deutlich zu erkennen, und auch bei Fusio und Magno kann man nicht bezweifeln, dass die O fallenden Grauen Schiefer, Kalksteine und Dolomite, welche die linke Thalseite bilden, dem gleichfallenden Gneis der rechten Thalseite und der hohen Stufe, die nach Peccia hinabführt, aufgesetzt seien. Eben so deutlich zeigt sich der Gneis als Grundlage des Gebirges in der V. Leventina, zu beiden Seiten von Faido und weiter abwärts. Allerdings sind auch in dieser Gegend, wenn man nicht nur das Allgemeine der Verhältnisse berücksichtigt, sondern die Höhen besteigt und die Felsmassen einzeln verfolgt, verwickelte und zum Theil sich widersprechende Auflagerungen häufig genug. Auf beiden Thalseiten wird der zuckerartige Dolomit, den wir bei Airolo, auf Nufenen und am Lukmanier mit Grauem Schiefer in Verbindung kennen, bedeckt von wohl mehr als 300 m. mächtigen Glimmerschiefermassen, dem ausgezeichneten Glimmerschiefer von Cima di Lambro und Pizzo Forno. Auf der linken Thalseite ferner, auf dem Kamm der Alp Nara, oberhalb Rossura, scheint der Dolomit, der tiefer am Abhang regelmässig und beinah horizontal dem Gneis aufgelagert ist, wie in Gängen vertical nach dem Gebirgskamm aufzusteigen. Wie man aber auch diese Verhältnisse zu deuten versuche, die Thatsache, dass der Gneis der Tessineralpen, die Steinart, die in Antigorio, Maggia, Leventina die mauerartigen Felswände der breiten Thäler bildet, dem Grauen Schiefer, der ihn von den nördlichen Gneismassen scheidet, zur Grundlage diene, wird durch diese Anomalien nicht aufgehoben.

Die constante Begleitung des Marmors und Dolomits durch Hornblendschiefer, oder tombackbraune, glänzende

Glimmerschiefer, welche zollgrosse *Granatkrystalle*, schwarze *Turmaline*, *Cyanit* und *Staurolith* enthalten, erinnert an Auerbach, Aker, Pargas. Wir haben diese Steinarten, stets als dem Kalk oder Dolomit aufgelagerte und öfters mit ihrer oberen Masse verwachsene, in Zwischbergen, Levi, Dever, Bavona, am Pizzo Forno, an der Cima di Lambro, in Val Canaria kennen gelernt, und man wird eine nähere Causalverbindung derselben mit dem Kalk, einen metamorphischen Ursprung dieser hoch krystallinischen Schiefer und ihrer Einschlüsse, kaum in Zweifel ziehen wollen.

7. Das Adulagebirge.

Wenn man auf der Höhe des Passes von Nara, der von Faido nach V. Blegno führt, sich gegen Ost wendet, so sieht man sich einem hohen, massigen Gebirge gegenüber, breit und öde, ohne auffallend gestaltete Gipfel, meist mit Schnee und Gletschern bedeckt, die jedoch kaum von der Hochfläche niedersteigen, weil der Abfall der Gebirgsmasse zu schroff, zu wenig durch eindringende Thäler durchschnitten ist. Es ist das Adulagebirge, die Wiege des Rheins und mehrerer Zuflüsse des Tessins, seit ältester Zeit ausgezeichnet als ein Centralpunkt des Alpensystems, als der Grenzpfeiler der Lepontinischen und Rhätischen Alpen.

Die Gliederung des Alpensystemes entwickelt in diesen Gegenden einen ungewohnten Charakter. Die Längenthäler sind beschränkt, oder verschwunden, nur ausnahmsweise folgt eine Kette in längerer Ausdehnung der Hauptrichtung der Alpen, oder der Axe benachbarter Centralmassen. Dagegen sind Meridianketten und Meridianthäler vorherrschend; die ersteren meist als schroffe, hohe Gräte, ohne tief einschneidende Joche, den Verkehr zwischen den anstossenden Gebieten hemmend; die letzteren als gleichförmige Canäle, mit breitem, flachem Thalgrund, oft grossentheils vom Kiesbett des Stromes eingenommen. Die Längenthäler und Querthäler scheinen ihre sonst übliche Beschaffenheit ausgetauscht

zu haben. Während jene meridianen, das Alpensystem quer durchsetzenden Thäler die einfachere Gestaltung von Längenthälern zeigen, verändern die dem Streichen der Alpen folgenden Thäler ihre Richtung und Gestalt in kurzen Intervallen, der Thalweg braust in schluchtartiger Tiefe, die Wohnungen und alle Felscultur haben sich auf die höheren Terrassen zurückgezogen. Genau genommen, wenn man den Begriff von Längenthal und Querthal nicht auf das allgemeine Streichen des Gebirgssystemes, sondern auf das Streichen der Stratification bezieht, findet jedoch derselbe hier, wie in den Alpen überhaupt, keine Anwendung. Keine Kette folgt anhaltend dem Streichen der Straten, die einen wie die anderen Thäler sind Spaltenthäler. Die Hauptspalten sind aber hier offenbar die meridianen; sie sind länger und setzen in weit grössere Tiefe nieder, ihr tieferer Grund ist ausgefüllt mit Kies und dieser hat einen breiten und flachen Thalboden gebildet. Die Spalten dagegen, die im Sinne des Alpensystems streichen, schliessen sich schon über dem jetzigen Thalboden der Meridianthäler, und das starke Gefäll gestattet keine Anhäufung des Kieses, der Thalbach fliesst meist auf festem Felsgrund. So wie die Gestaltung unabhängig ist von der Stratification, so steht sie in keiner Beziehung zu der Vertheilung der Formationen und Steinarten. Dieselbe Kette besteht im Fortstreichen, bald aus Kalkschiefer, bald aus Gneis; dasselbe Thal durchschneidet sehr ungleiche Formationen; die Zerspaltung des Bodens, das Aufpressen desselben zu Wällen und Stöcken, die Thal- und Gebirgsbildung sind offenbar durch einen selbständigen und späteren Process hervorgerufen worden.

Eine Anlage zu meridianer Thal- und Kettenbildung zeigt sich bereits in den südlichen Wallisthälern; mit voller Energie tritt aber diese Form erst auf in der gigantischen Felsmauer des M. Rosa und der Mischabelhörner, einem Wall, der von Stalden bis Ivrea 15 Meilen (20 M. = 1°) Länge hat, und sich auf der Hälfte dieser Erstreckung, von Stalden bis zum Col d'Ollen, nirgends unter 3300 m. Meereshöhe erniedrigt, während die verschiedenen Gipfel der Mischabelgruppe, die Strahlhörner, die vier Gipfel des M. Rosa zu den höchsten der Alpen gehören. Mit vollem

Grunde haben die Alten diesen mächtigen Querdamm zu einer Grenzmarche zweier Hauptabtheilungen der Alpen gewählt und durch denselben die Penninischen von den Lepontinischen Alpen geschieden.

Die Meridiankette des Adulagebirges kann in mehrfacher Hinsicht mit der vorigen verglichen werden. Ihre Höhe ist zwar geringer. Die höchsten Gipfel, der Piz Valrhein, 3320 m, und andere ihm nahe stehende, erreichen kaum die Höhe der Gletscherpässe, die von Zermatt nach Saas und Macugnaga führen. Ihre Erstreckung aber, von Trons bis Lugano, indem die enge Oeffnung bei Lumino nicht in Betracht kommen kann, übertrifft noch um etwas die Länge der Kette des M. Rosa, und die Abtrennung der westlich liegenden Gegenden von den östlichen ist, mit Ausnahme des Luminothores, fast eben so stark ausgeprägt; die Pässe sind weniger hoch, aber fast durchgehends rauh und wenig geübt. So wie ferner am M. Rosa von West her eine nach der Parallele streichende Kette anstösst, welche nicht weiter nach Ost fortsetzt, so vereinigt sich mit dem Adulagebirge, von Ost her, die jener analoge Kette der Bernardin- und Splügenpässe, und bricht ebenfalls ab, ohne über die Adulagruppe hinaus sich zu verlängern. In der Wasserscheide der nach N und S fliessenden Gewässer ist hier eine Lücke, welcher die abgebrochenen Ketten, bei Macugnaga und in V. Blegno, mehrere tausend Meter hohe Abstürze zukehren, und erst weit im Norden, am Gotthard, stellt sich die Wasserscheide wieder her.

Die Trennung der Adulagebirge von dem Gneis der Tessineralpen kann durch ihre bedeutende massige Erhebung, so weit ausserhalb der Axe der letzteren, gerechtfertigt werden. Dass auf der Grenze beider Massen eine Schwächung des metamorphischen Processes statt gefunden habe, scheint angedeutet durch das Vorkommen von Kalk- und Marmornestern im Gneis bei Rosso und Landarenco in V. Calanca, als Verbindungsgliedern der schwarzen Schiefer von S. Bernardino und Misocco mit denjenigen in V. Blegno.

Die Fallrichtung im ganzen Umfang der Gruppe ist gegen NO, vorherrschend nach N 25 O, aber auch wohl

direct O, indem das abnorme Streichen der nördlichen Tessineralpen, senkrecht auf die Richtnng der Alpen, sich bis hierher erstreckt. Die Grundlage der Gruppe ist daher in V. Blegno zu suchen, und wir finden hier allerdings, südlich von Dongia, am Fuss der Cima Cimano, einen schönen Gneis mit grossen Feldspathkrystallen, den wir wohl als die höchste Entwicklungsstufe der Feldspathgesteine in dieser Gruppe zu betrachten haben. Die Gneise, welche an der Ostseite der Gruppe, am steilen Abfall des Bernardinpasses nach Rheinwald, auf Zaportalp, an der Quelle des Hinterrheins, anstehend, oder als Gletscherschutt, gefunden werden, nähern sich mehr schon dem Glimmerschiefer, obgleich die Neigung des Feldspaths, sich in Zwillingen auszusondern, auch hier nicht fehlt.

Man verfolgt die Nordgrenze dieser Gruppe über den merkwürdigen Pass der Scaradra, der aus dem Hintergrund des Blegnothales nach Vals führt. Nachdem man, von Olivone her, durch eine enge, steil ansteigende Felskluft, eingeschnitten in den herrschenden, N fallenden schwarzen Schiefer und Kalk, den Thalkessel von Ghirone und Campo erreicht hat, wendet man sich ostwärts in das wilde Luzzonthal. Auch hier wird der Eingang nur möglich, durch Uebersteigung einer beträchtlichen Vorstufe, auf welcher sich Maiensässe und eine Kapelle befinden; die tiefe Schlucht, durch welche der Luzzonbach seinen Ausweg findet, gestattet keinen Pfad neben demselben. Die im Thale herrschende Steinart ist stets schwärzlich grauer glimmriger Schiefer, abwechselnd mit knauerartigen Quarzlagern, oft zikzakförmig gebogen und geknickt, im allgemeinen nach N 10 O fallend. Ungefähr in der Mitte des Luzzonthales öffnet sich gegen Mittag ein enges, bald steil ansteigendes Seitenthal, im Hintergrund geschlossen durch hohe Schneegebirge, an welchen vorbei der Pass nach Bünden führt. An der rechten Seite dieses Thälchens aufwärts, erst durch Wald, dann über Felsvorsprünge, in der Tiefe die schönen Katarakten des Scaradrabaches, erreicht man die unteren Scaradrahütten, die bereits über der Holzgrenze liegen. Ueber eine lange Schneelehne, welche den darunter rauschenden Sturzbach bedeckt, aufwärts, ersteigt man eine

schmale Terrasse der fast verticalen Felswände, und auf ihr die obere Hütte, nahe an der Grenze des ewigen Schnees. Es entsteht jene Schneelehne aus den herabstürzenden Lawinen, und es war uns merkwürdig, auf ihr grosse und kleine Gletschertische, Trichter und andere Abschmelzungsproducte zu sehn, wie auf wahren Gletschern. Die Steinart ist ausschliesslich wahrer Glimmerschiefer und Gneis, in verticalen Tafeln, die von O nach W streichen, das herrschende Fallen bleibt stets, mit nicht starkem Winkel, nach N. Man hat von da noch etwa anderthalb Stunden, stets über Schnee, zu steigen, bevor man die Höhe des Passes erreicht, wo sich in den hervorstehenden Felsen nur ein dunkel grünlich brauner, stark glänzender Glimmerschiefer zeigt. Dann geht es abwärts, über einen schönen, wenig zerspaltenen Gletscher, nach den Alpen von Zureda oder Alpers, im Hintergrund des Petersthales. Diese Alp ist Eigenthum von Aquila in Blegno, und jährlich wird über den oben beschriebenen Pass das Vieh hin und her getrieben. Die Weiden bilden eine schöne Thalebene, die sich ostwärts bis nach Zafreila, einem ärmlichen Bergweiler, erstreckt, südwärts aber, als ein wildes Thal, in's Hochgebirge aufsteigt, von dem sich ein mächtiger Gletscher, der mit dem Gletscher des Hinterrheins in Verbindung steht, nach demselben herabsenkt. Das am Fuss des Scaradragletschers, auf Zureda, anstehende Gestein ist ein quarzreicher, beinah in Quarzit übergehender Gneis; der Quarz, wie auf dem Gotthard, feinkörnig, der Feldspath in kleinen und grösseren krystallinischen Theilen damit verwachsen, der Glimmer, dunkelgrün mit weissem Talk verwachsen, zuweilen auf einzelne Pünktchen beschränkt. In der Höhe der nördlichen Thalwand des Zuredathales sieht man dem Glimmerschiefer eine mächtige Dolomitpartie eingelagert, analog dem Dolomit, der weiter westlich, im Thal von Ghirone, in Casaccia, auf Piora, und zu beiden Seiten von Faido, unter ähnlichen Verhältnissen vorkömmt. Die Stratification in der ganzen Umgebung von Zureda ist schwach N fallend, beinah horizontal; so am rundlichen Piz Lenta, so an dem sanft nach dem Zaporthorn ansteigenden Fels-

plateau, welches V. di Lenta von V. Canale trennt, so an der nördlichen Thalwand des Petersthales.

Ueber die Verhältnisse zwischen Zafreila und dem Rheinwaldgletscher gibt uns Escher Nachricht. „Ich stieg von Zafreila durch's enge, rauhe, steinigte Canalthal, worin nichts als Gneis und hier und da Trümmer von Hornblendschiefer sichtbar sind, anfangs ziemlich steil, dann sanfter, zu den Hütten der Canalalp. Das Thal ist hier in Ost durch einen breiten, verschiedene Terrassen darbietenden Abhang begrenzt, über welchen dann der rauhe, viele Schneemassen tragende Kamm des Thierhard, die südliche Fortsetzung des Fanelakamms, aufsteigt. Das Canalthal biegt sich, südlich von den Alphütten, etwas gegen W und ist gegen Mittag geschlossen durch ein schönes, von ausgedehnten Gletschern umgebenes Horn, das mir der Schafhirt Giferhorn nannte, das aber auch wohl Zaporthorn genannt wird. Den Thalgrund verlassend, stiegen wir, am östlichen Gehänge, lange noch über immer magerer werdende Alpweiden aufwärts, dann wohl anderthalb Stunden, über einen hoch mit Schnee bedeckten Gletscher, zur Passlucke am NO Abfall des Giferhornrückens. Der Schafhirt nannte diesen Einschnitt die Plattenschlucht. Auf dieser Höhe, wo nur einige Steine aus der Schneedecke hervorragten, genoss ich eine überraschend grossartige Ansicht des Hinterrheingletschers und des domförmig aus seinem SW Ende aufsteigenden Vogelberges oder Rheinwaldhorns, so wie des ganzen Grates, der sich vom Vogelberg durch das Marzoll- oder Moschelhorn bis an die Vereinigung des Hinterrheinthales mit dem Bernardinthale hinzieht. Ueber diesen Grat soll man, durch eine Einsattlung am Ostfusse des Vogelberges, nach Blegno, durch eine andere, sehr schwache, ziemlich weit südlich vom Moschelhorn, nach V. Calanca kommen können. Etwa tausend Fuss unter der Höhe dieses Kammes liegt, zwischen seinem oberen und unteren felsigten Absturz, auf einer Terrasse ein Gletscher, der an mehreren Stellen bis an den Grat hinaufreicht, stets aber von dem tieferen Hauptgletscher des Thales getrennt bleibt. Unmittelbar SW vom Passe erhebt sich das grossentheils in Schnee und Eis gehüllte

Giferhorn, in NW folgt das kahle Gebirge des Zafreilastocks oder Grosshorns, das sich in Zafreila als ein vereinzelt der flach abfallenden Platte aufgesetzter Obelisk, hier aber als ein langer Grat darstellt. An dem Vogelberg und Giferhorn glaubt man NW Fallen der Stratification zu erkennen, an dem Marzollgrat dagegen allgemeines NO Fallen. Auf der Höhe der Plattenschlucht herrscht brauner Glimmerschiefer mit N 25 O Fallen. Ueber einen steilen, bald unter der Höhe jedoch ganz schneefreien Abhang, meist über Platten von Glimmerschiefer, gelangte ich nach der in grosser Tiefe liegenden Zaportalp."

8. Das Suretagebirge.

Enger noch, als die Adulamasse mit dem angrenzenden Gneis der Tessinergebirge, ist mit diesem die Gneismasse verbunden, die sich aus Schams nach der Rofla und nach Ferrera ausdehnt, und in den von Gletschern umlagerten Schneegipfeln der Suretaalpen ihre mächtigste Entwicklung erreicht. Nicht allein dieser Hochgebirgscharakter jedoch, auch die von dem Gneis der Tessineralpen wesentlich abweichende Steinart, und das Verhältniss, in welchem diese zu dem Kalk und Schiefer der Umgebung auftritt, verlangen eine selbständige Behandlung.

Die Umgebungen des Splügenpasses eignen sich vortrefflich zu einem näheren Studium dieser Gruppe und sind von Escher nach verschiedenen Richtungen durchstreift worden. Im Westen erhebt sich die schöne, als trigonometrischer Signalpunkt benutzte Pyramide des Tambohorns, von Gletschern umgeben, aus genau nach O fallenden Gneislagern bestehend: weisse oder blaulich graue Feldspathlinsen, umwickelt von olivengrünem undeutlich blättrigem Talk oder Chlorit, ohne erkennbaren Quarz. Mit diesem Gneis verbinden sich, im Hintergrund der Logaalp, grüne, Turmalin führende Talk- oder Glimmerschiefer, Hornblendgesteine, Quarzite, meist von schwankendem Charakter. Von der Ostseite her stammen, auf der wagrechten

Ebene der Zollhausgebäude, die vielen, schon durch von Buch beschriebenen Blöcke von porphyr- oder granitartigem Gneis, dem Gestein der Rofla, welches die Hauptmasse des Suretagebirges bildet. Auch auf dieser Seite der Einsattlung herrscht Ostfallen; der Splügenpass benutzt die Sohle eines isoklinalen Thales. In dieser Sohle und zu beiden Seiten derselben, auch um den nördlichen Fuss des Tamboborns, längs der ganzen Grenze der krystallinischen Schiefer, Gneise und Glimmerschiefer und der kalkführenden schwarzen oder grünen Schiefer, haben sich mächtige Zwischengesteine entwickelt, die offenbar einen Einfluss der krystallinischen Gesteine auf die sedimentären, daher eine spätere Entstehung der ersteren beweisen. Vorherrschend sind es bräunliche Rauchwacken, sehr durchlöchert und von Höhlen, sogenannten *Gemslöchern*, durchzogen, auch weisse Marmor und Schiefer, die sich bald mehr dem Glimmerschiefer oder Gneis, bald mehr dem Thonschiefer nähern. Das Verhältniss dieser Steinarten zu ihren Nebengesteinen ist keineswegs einfach. Die Lager von weissem Marmor, die besonders auf der Ostseite des Passes vorkommen, sind offenbar dem Gneis und Glimmerschiefer eingelagert und gehören zur Hauptmasse des Gebirges. Im Niedersteigen nach Splügen sieht man auch die Rauchwacke unregelmässig mit dem Talkgneis abwechseln, sich in ihm einklemmen, oder umgekehrt Bruchstücke oder Nester von Gneis und Glimmerschiefer in der Rauchwacke eingeschlossen.

Vom Splügen her der Hauptstrasse in die malerischen Engpässe der Rofla folgend, dringt man sogleich in die innere Kernmasse dieser Gruppe ein. Die um Splügen herum verbreiteten glimmerigen Grauen Schiefer und grauen feinkörnigen Kalkschiefer halten noch lange an und weichen erst, nachdem man Suvers gegenüber steht und in die unteren Engpässe eintritt, anderen Gesteinen. Zuerst sind es glänzende Chloritschiefer und grüne Talkgneise, übereinstimmend mit den Steinarten, die in den südlichen Wallisthälern, in der Gebirgsmasse der Dent Blanche, so charakteristisch auftreten. Sie wechseln hier mit weissem Marmor, wie früher die Grauen Schiefer mit grauem Kalkstein. In

der unteren Rofla aber gehn jene Gneise über in ein massiges, an Porphyr erinnerndes Gestein, welches anhält bis nach Andeer und vorherrschend die schroffen Felswände der linken Thalseite und die rundlichen Hügel der Bärenburg, am Eingang nach Ferrera, bildet. Das flasrige Gefüge, und mit ihm die Schieferung, treten zurück, die Bestandtheile sind mehr verwachsen, und aus dieser Grundmasse heben sich Körner von Quarz und Feldspathkrystalle deutlicher hervor. Die ursprüngliche Natur des Gesteins bleibt jedoch immer erkennbar, und häufig auch sinkt es wieder zurück in deutlich stratificirten, in ebene Tafeln brechenden Chlorit- oder Talkschiefer und in Talkgneis mit oft zollgrossen Feldspathzwillingen. Nach Ferrera einwärts bleibt man erst von Felsen dieses porphyrartigen Gneisgesteines umgeben; dann erscheinen auch hier grüne Talkschiefer, abwechselnd mit Lagern von weissem Marmor oder Cipollin; hierauf wieder porphyrartiger Gneis, der aber bald dem nun vorherrschenden weissen Marmor weicht, worin die Talkgneise und Talkschiefer nur noch in untergeordneten Lagern auftreten. Dieser Marmor hält an bis an die hohe Thalstufe von Campsut, über die man in das weidenreiche, aber baumlose Avers gelangt.

Die Stratification im ganzen Gebiet dieser Gneise ist vertical oder sehr steil nach N 30 W fallend. Das abnorme Streichen der Adulagebirge und eines Theiles der Tessineralpen setzt demnach nicht bis in diese Gegend, oder doch nicht in diesen Gneis fort. Es findet sich aber in den angrenzenden südlicheren Glimmerschiefergebirgen. Der südliche Theil der Kette, welche V. d'Emmet von V. di Lei trennt, fällt nach S 60 O, die Kette zwischen V. di Lei und V. Madris nach S 80 O. Auch die Marmorgebirge des Fianel und die aufgelagerten, nach Oberhalbstein abfallenden Schiefer theilen dieses Ostfallen.

Die von Suvers nach den Durnaunalpen ansteigende Strasse folgt dem westlichen Rande eines tief eingeschnittenen Grabens, der den glimmerigen schwarzen Schiefer und Kalkstein von Splügen vom Gneise der Rofla scheidet. Die Grenze wird, wie auf der anderen Seite des Thales, bezeichnet durch gelbe und röthliche Rauchwacke und dolo-

mitische Conglomerate und Breccien, welche mit Streifen und Nestern von grünem Talk, oder einem Gemenge von Talk, Quarz und Feldspath, verwachsen sind. Man könnte glauben, Gänge des nahen Talkgneises zu sehn, welche in die Rauchwacke und den damit verbundenen sehr zähen bräunlichen Kalkstein oder Dolomit eindringen. Es lassen jedoch diese Talkpartie'n sich nicht bis zu einer gemeinschaftlichen Stammmasse verfolgen, sie erscheinen isolirt, mitten in der Rauchwacke, in allen Uebergängen von wirklichen Gneismassen bis zu einzelnen, mit Rauchwacke verwachsenen Talkblättern. Die angrenzenden Kalk- und Gneismassen sind im Contact eine Mengung, eine gegenseitige Durchdringung eingegangen, ähnlicher Art, wie wir sie im Contact des Gneises und Protogins mit der äusseren Kalkzone schon in Danphiné kennen gelernt haben. — Nach erstiegener Höhe befindet man sich auf einer, weit gegen Nord hin sich ausdehnenden, hüglichten Weidfläche, welche einen kleinen See umschliesst. Am östlichen Rande scheint, in einem Felsrücken, der Roflagneis fortzustreichen. Auf der Westseite des Alpgrundes treten, in einem Felsriff, jene Gemenge von Rauchwacke, talkigen Dolomitbreccien und Talkgneis aus den höher ansteigenden Weidgehängen hervor, und, nach den Blöcken zu urtheilen, die auf den nördlichen, der Alp Arosa zugekehrten Gehängen des Piz Vizan liegen, möchten selbst grössere Gneismassen aus dem dolomitischen Boden auftauchen. Diese Gneismassen aber müssten, von der Rofla her, weit nordwärts über den in der Tiefe anstehenden Kalk und Schiefer übergreifen, gleich denjenigen, welche im Berner-Oberland und an anderen Stellen den Kalk überlagern; denn, im Niedersteigen nach Andeer sieht man nur beinah horizontal liegenden schwarzen Schiefer und Kalkstein, und diese Steinarten erstrecken sich offenbar beträchtlich weit über Andeer hinaus nach der Rofla hin.

Die durch fernere Untersuchungen zu prüfende Vermuthung, dass ein Uebergreifen des Gneises über den Schiefer statt finde, erhält einige Wahrscheinlichkeit durch die merkwürdigen Verhältnisse, die sich auf der rechten Seite von Schams, im Ansteigen nach den Alpen von Albin, Nezza und Despin, darbieten. Der steile Pfad nach dem etwa

1000 m. über Andeer liegenden Hochthal der Albinalp führt nur durch grünen Talkgneis, der auch hier steil nach N 20 W fällt. Am Eingang des ziemlich flachen Alpbodens sieht man den Gneis von denselben räthselhaften Contactgesteinen überlagert, die uns von den Suverseralpen her bekannt sind. Die Bildung zeigt sich hier als ein grobkörniges Gemeng von Kalkstein und Dolomit mit Talk und Talkgneis, welches klaftergrosse Nester von weissem Marmor und schwarzem Kalkstein umwickelt. Die Steinart ist offenbar keine nur mechanische Bildung und erinnert auffallend an die Talkkalksteine der Tarentaise, oder an die Breccien der Niesenkette. Sie unterscheidet sich aber von diesen Gesteinen durch die Entwicklung von Feldspathkrystallen und das Verwachsen mit Gneis. Wer jedoch die Entstehung jener Gesteine uns klar zu machen verstünde, würde wohl auch die noch dunkle Geschichte der Schamserbreccien aufzuhellen vermögen. Grauer Kalk, braungelber erdiger Dolomit und schwach glänzender Talk sind so innig, meist schiefrig, verwachsen, dass man kaum die Begrenzung der Elemente unterscheidet. Wie in einem Gneis sind oft zollgrosse Feldspathzwillinge, Mandeln von Quarz, oder auch von weissem Marmor von jenem Gemenge umwickelt, oder es haben sich, wie oberhalb Suvers, Nester und Streifen von Talkgneis ausgesondert. Nach der Höhe zu verliert sich der Feldspath, die Masse geht in bräunliche Rauchwacke über, oder in eine schiefrige Breccie von schiefrigem Kalk und Dolomit mit Talk- oder eher Thonschiefercement, und dieses Gestein bildet alle Gräte und Gipfel, welche Albin von Nezza und Oberhalbstein trennen.

Wählt man den Weg, der von Pigneu aus nach Nezza ansteigt, so ist bis etwa 500 m. über dem Thalboden der anstehende Fels durch Schutt und Vegetation bedeckt; dann zeigt sich horizontal liegender Schiefer, als die Grundlage mächtiger Felswände von weissem Marmor und grauem Kalkstein, deren Trümmer den unteren Abhang bedecken. Auf diesen Kalkfelsen stehn die Maiensässe Baûl, und man sieht sie, von Andeer aus, als ein hohes horizontales Kalkband bis nach Zillis fortsetzen. Gleich über Baûl folgen nun dieselben auffallenden Breccien und Talk-

kalksteine, die auf Albinalp, in ungefähr gleicher Höhe über dem Thalboden, den Gneis bedecken, und aufwärts, durch Nezzaalp, bis auf den Kamm, sieht man wenig andere Steinarten; nur dass auch hier der Feldspath in den höheren Massen wegbleibt.

Die Alp Despin, oberhalb Zillis, ist ein enge umschlossener Thalkessel, dessen Hintergrund nach dem hohen Gipfel des Curvér ansteigt. Gegen W ist dieser Kessel, bis auf den schmalen Ausweg des Bergwassers, abgeschlossen durch ein wenig hohes Kalkstein- oder Dolomitplateau, das, ohne fernere Bedeckung, unter dem, die übrigen Felswände bildenden Schiefer hervortritt. Am Ausgang des Thales, bei den auf dem rechten Ufer des Baches stehenden Alphütten, zeigt sich unter dem Kalkstein, in einer wohl auf 30 m. ansteigenden Mächtigkeit, talkreicher Quarzit, der in wahren Gneis, einen Talkgneis mit zollgrossen Feldspathzwillingen, übergeht, und dessen Schieferung, ungeacht der herrschenden horizontalen Lagerung, ziemlich stark nach O fällt. In diesem Gesteine ist in älterer Zeit auf *silberhaltenden Bleiglanz*, begleitet von *Fahlerz* und *Kupferkies*, anhaltend gebaut worden. Am Rande des in vielen Katarakten hinabstürzenden Wildbaches, und längs dem felsigen Abfall des Gebirges gegen Nezza hin, zählt man wohl über ein Dutzend Mundlöcher längst versumpfter und zerfallener Erzstollen. Weiter abwärts hat sich das Wasser ein tiefes Bett zwischen furchtbar zerklüfteten, in fortdauernder Zerrüttung begriffenen Dolomitmassen eingeschnitten. Das Gestein ist theils dicht, mit mehligter, gelber Aussenfläche, theils breccienartig, oder wie zerhackt, in eckigte kleine Trümmer zerfallend. Noch tiefer folgt gewöhnlicher Schiefer, der mit dem Schiefer der Via mala in Zusammenhang steht. Die in einer Mächtigkeit von mehr als hundert Meter entwickelte Gesteinsfolge von Dolomit, Gneis und Kalk, eingeschlossen zwischen dem Schiefer der Via mala und dem Schiefer des Curvér, muss nothwendig als Fortsetzung der Talkkalksteine und Feldspath führenden Breccien der Nezza- und Albinalpen betrachtet werden. Der Kalk und Dolomit von Nezza und Despin stehn wahrscheinlich in ungetrenntem Zusammenhange, die auf Nezza nur beschränkt auftretenden

Feldspathgesteine sind auf Despin zu einer mächtigen Gneismasse geworden. Eine bestimmte Folge aber scheint zwischen diesen Steinarten nicht zu bestehn. Wie oft in einem einzelnen Block sich Nester von dunkelm Kalk, weissem Marmor und Gneis zeigen, so liegen auch im Grossen klaftergrosse und über hundert Fuss starke Massen dieser Gesteine neben und übereinander in der breiten Zone von Rauchwacke, Dolomit und Talkkalkbreccie, welche in mittlerer Höhe des Gebirges sich zwischen der unteren und oberen Schiefermasse bis nach der Via mala forterstreckt.

9. Das Seegebirge.

Es ist nicht leicht, die zwischen der vorigen Gruppe und der südlichen Nebenzone vorkommenden krystallinischen Schiefer zu charakterisiren und allgemeineren Gesichtspunkten unterzuordnen. Die meisten erscheinen abhängig, in ihrer Zusammensetzung und Stellung, von den diese Gruppe beherrschenden Granit- oder Syenitmassen und bedecken die zwischen ihnen liegenden Räume, ohne unter sich in näherem Zusammenhange zu stehn. Oder sie stellen sich dar, als schwankende Uebergänge zwischen Chloritschiefer, Hornblendgestein, Glimmerschiefer, Gneis, aus welchen keine dieser Formen sich rein und bleibend heraus zu bilden vermag. Auch die Schichtenstellung oder Schieferung theilt diesen Mangel an Einheit und Selbständigkeit, und weder das Streichen, noch die Fallwinkel lassen sich auf einfache Gesetze zurückführen. Glimmerschiefer, oder ein ihm nahe verwandter Gneis können als die vorherrschenden Steinarten betrachtet werden, die besonders in Gegenden, wo keine abnormen Bildungen störend auftreten, sich über beträchtliche Gebiete ziemlich einförmig ausbreiten.

Wie die anderen grossen Querthäler, die nach der italienischen Ebene auslaufen, gewährt das schöne Thal der Dora Baltea, durch welches wir die Gruppe der Grajischen Alpen von derjenigen der vier See'n getrennt haben, über die geologische Beschaffenheit wenig Aufschluss, denn von Ivrea bis Settimo Vittone ist der Fels auf beiden

Thalseiten meist bedeckt durch Gebirgsschutt, oder reiche südliche Vegetation. Ein schöner Syenit, meist kleinkörnig oder verwachsen, bildet den Fuss oder die unteren Gehänge des Gebirges, oder taucht in vereinzelten Hügeln aus der Ebene auf. Auf einem dieser Hügel steht Ivrea. Von Carema einwärts, bei S. Martin und Donnaz, finden wir Glimmerschiefer, schwach S fallend bis fast ganz horizontal. Bei dem Fort de Bard ändert sich die Stratification, das Fallen ist mit 45° nach N 65 W, eine halbe Stunde oberhalb sehr steil nach S 5 O, bis vertical. Noch andere Richtungen gibt Saussure an, die Steinart aber bleibt ein ziemlich grossblättriger, zum Theil grüner Glimmerschiefer, mit vielem Quarz, oder, als unvollkommener Gneis, mit Linsen eines innigen Gemenges von Quarz und Feldspath. Durch einen breiten, dürren und kiesigen Thalboden erreicht man Verres. Hier, am Ausgang der V. Challant, herrscht, längere Zeit anhaltend, Ostfallen; dann beginnt, gegen Mont Jovet zu, eine neue Gesteinsbildung, grüne Schiefer mit Serpentinbruch, Chloritschiefer, graue glimmerige Schiefer, weisse und grüne körnige Kalksteine verdrängen die bisher herrschenden Glimmerschiefer, und man befindet sich bald mitten in dem System Grüner und Grauer Schiefer, das den Nordabfall der Cognegebirge und das vordere Aostathal bedeckt.

Der Engpass bei Fort de Bard bezeichnet das Durchstreichen des hohen Rückens der Moneigletscher und der Rosa de Banchi, und es erhebt sich auch auf der linken Seite der Dora, zwischen Issime und Challant, das Gebirge in mächtigen, die ganze Umgebung beherrschenden Felsstöcken, welche die Karte M. de l'Arche und M. Flou nennt. Das vom lezteren her bei dem obereu Challant ausmündende Gebirgswasser führt nur quarzreiche Glimmerschiefer, aber keine deutlich entwickelten Gneise. — Weiter nördlich, ehe man noch im Challantthale Brusson erreicht, bricht jedoch das krystallinische Gebirge auf beiden Thalseiten in voller Kraft hervor, als ein ausgezeichneter Gneis, mit grossen Feldspathkrystallen und tombackbraunem Glimmer, zu beiden Seiten der Thalverengung, mit schwachem O Fallen, hohe, zum Theil nahe an die Region des

ewigen Schnees aufsteigende Gebirge bildend. — Die niedrigen Pässe, welche bei Brusson über tief eingeschnittene Querjoche der westlichen und östlichen Kette nach Châtillon und Gressoney führen, bezeichnen die Nordgrenze dieser Steinarten.

Im Thale von Gressoney bleibt man, von S. Martin aufwärts, zwischen hohen und schroffen Felswänden von Gneis und Glimmerschiefer bis in die Nähe des Hauptortes. Schon oberhalb Gaby lässt sich jedoch in der zunehmenden Mannigfaltigkeit der Steinarten die Annäherung an die Nordgrenze erkennen. Man sieht stark glänzende Glimmerschiefer, Hornblendgesteine mit Granat und schwarzem glänzendem Glimmer, zum Theil zu einer homogenen Masse verschmolzen, an der Aussenfläche sich mit einer braunrothen Kruste bedeckend. Bei Trina ist die Steinart ein wahrer Eklogit geworden, durchflochten von Granitadern, die sich in dünne euritische Trümmer verästeln.

Neue Verhältnisse und Steinarten bietet die Val Sesia dar. Der Col von Valdobbia, der von Gressoney nach Riva führt, liegt nahe an der Nordgrenze unserer Gruppe. Wenn man von S. Jean, in dem canalartigen, gleichförmig steilen und engen Einschnitte des Gebirges nach dem Hospiz ansteigt, so findet man am unteren Abhange noch die grünen Schiefer der hinteren Vallaise, nach S 65 O einfallend; höher folgt Glimmerschiefer, mit gleichem Fallen, und Trümmer der Südseite bestehn aus verwachsenem quarzreichem Granit, der wahrscheinlich Gänge im Glimmerschiefer bildet. Man glaubt bereits sich im Gebiet der südlichen Glimmerschiefer- und Gneiszone, doch fällt, auf der Höhe des Passes, das Gebirge noch einmal in die grünen Schiefer zurück; auf der ersten Stufe der Ostseite herrscht ein sehr zerspaltener, grauer, körniger Kalkstein, mit zähen quarzreichen Thonschiefergesteinen, und erst weiter abwärts ist man constant von den Steinarten unserer Gruppe, von Quarziten und quarzreichen glänzenden Glimmerschiefern, umgeben. Das Fallen ist auch hier nach S 20 O, so dass, ungeacht des abweichenden Streichens, das Glimmerschiefergebirge die grünen Schiefer zu überlagern scheint. Indess wechselt auch hier die Stratification so häufig, dass man

auf vereinzelte, locale Beobachtungen kaum allgemeine Schlüsse bauen darf. — Eine halbe Stunde unterhalb Riva, in Val Sesia, zeigt sich granitischer Gneis, vertical, mit meridianem Streichen, und nach wenigen Schritten sieht man denselben übergehn in einen ausgezeichneten Granit, welcher auf beiden Seiten bedeutende Ausdehnung gewinnt: blassgrüner amorpher mit weissem krystallinischem Feldspath verwachsen, dieser auch in grösseren Zwillingen ausgesondert, glasiger Quarz, fein zerstreute, oder zu grösseren Nestern vereinigte schwarze Glimmerpünktchen. Boccario steht auf diesem Granit, die Sesia hat sich in ihm ein tiefes Bett gegraben. Sismonda führt an, dass darin ein Gang von Serpentin vorkomme, der sich in zwei Zweige verästle. Bei Mollia ist die Steinart wieder gneisartig, obgleich arm an Glimmer, mit meridianem Streichen, flach W fallend, und man erkennt dasselbe Fallen bis auf die obersten Gebirgskämme. So bis Scopello, wo sich das Thal plötzlich wieder gegen N wendet, und eine neue Steinart auftaucht, deren Hervordringen vielleicht das abnorme W Fallen der stratificirten Granite veranlasst hat. Ein auffallendes, gewiss einer näheren Untersuchung sehr werthes Gestein. In der Hauptmasse ein Syenit, theils massig, theils schiefrig, auch verwachsen zu einer homogenen grauen dichten Grundmasse, mit eingeschlossenen Quarzkörnern und Nestern von grobkörnigem Syenit; an anderen Stellen eher an Hypersthenfels oder Gabbro erinnernd; stets vielfach zerklüftet und an der Aussenfläche mit einer braunrothen Kruste überzogen, so dass man sich in einem rothen Porphyrgebirge zu befinden glaubt. Man ist von diesen Steinarten umgeben bis nahe vor Varallo.

Zwischen den mannigfaltigen massigen Gesteinen, die vom Thale der Dora bis zum Ortasee aufsteigen, bleibt dem Gneis und Glimmerschiefer nur eine untergeordnete Bedeutung. Mit grösserer Selbständigkeit sehn wir sie erst wieder in dem Rücken südlich vom Motterone, zwischen dem Ortasee und dem L. Maggiore, auftreten, obgleich auch hier noch eingeengt zwischen die Porphyre von Invorio und den Granit von Baveno, der den seiner Aussicht wegen berühmten Gipfel des Motterone bildet. — Glim-

merschiefer ist auch hier, wie im Dorathal, entschieden vorherrschend; an den Ufern beider See'n, auf den Borromeischen Inseln, auf der Höhe des Gebirges. Zuweilen wird der Glimmer durch Talk verdrängt, oder der Schiefer schliesst rothen Granat ein. Besonders aber tritt Quarz hervor, als wesentlicher und oft vorherrschender Bestandtheil der Schiefer, in Adern und Nestern, oder als Quarzit mit dem Schiefer abwechselnd. Die Fallrichtung ist ziemlich veränderlich, wohl in Folge nicht zu Tage kommender massiger Gesteine. Oestliches Fallen ist vorwaltend, bei Agrano direct nach O, nördlich von Orta nach S 50 O, am Fuss der Steinbrüche von Baveno nach S 40 O. Die letztere Fallrichtung beweist die Auflagerung des Glimmerschiefers auf den hinter ihm aufsteigenden Granit.

Von ähnlicher Beschaffenheit sind die beinah ganz mit niedrigem Wald und Gesträuch bewachsenen Gebirge am Westufer des L. Maggiore, zwischen der Bucht der Borromeen und Locarno. Am Ausfluss der Toce, bei Cavandone und Unchio, oberhalb Intra, fällt der herrschende Glimmerschiefer mit etwa 50° nach S 20 O; eben so bei Cavaglia und Spoccia in V. Cannobina. Am Seeufer, und längs demselben gegen Ascona zu, ist aber steiles N Fallen. Der Glimmerschiefer ist hier enge verbunden mit Hornblendschiefer, öfters auch bedeckt er sich mit einer braunrothen Kruste. Der Charakter des Gebirges erinnert an die Gebirge unterhalb S. Jean in Gressoney und Brusson in V. Challant.

Im Osten des L. Maggiore durchschneidet die Hauptstrasse von Bellinzona über den Monte Cenere, durch das Thal des Agno nach Lugano, die, auch grösstentheils mit reicher Vegetation bedeckte Gegend in ihrer vollen Breite. Wo die Felsgrundlage des Bodens entblösst ist, findet man Gneis, ausgezeichnet durch den Glanz und die krystallinische Entwicklung des Glimmers, aber meist mit wenig deutlichem Feldspath und dem Glimmerschiefer sehr nahe stehend, oft auch in grosser Ausdehnung durch Glimmerschiefer verdrängt. Am M. Cenere ist die Fallrichtung fast direct nach S; in Val d'Agno und nach Lugano zu, wo das Gestein wieder ganz als Glimmerschiefer auf-

tritt, wirft sie sich nach O, mit Winkeln, die von 45° bis nahe an 90° steigen. — Von Lugano nach dem Camoghé, 2839 m., fand Lavizzari, nach gefälliger Mittheilung, nur Glimmerschiefer; auf diesem höchsten Gipfel der Gegend aber einen Hornblendschiefer, der vielleicht der Zone des anstossenden M. Jorio beizuordnen ist. Am oberen Ufer des Comersee's, bei Dongo, Gravedona, Domaso, und aufwärts nach dem Gebirgskamme der Cima di Broncio, ist Glimmerschiefer die allgemein verbreitete Steinart, hier aber nun mit N Fallen.

Auf der Ostseite des See's steigt das Gebirge im M. Legnone, 2611 m. zu bedeutender Höhe auf und nimmt einen rauheren Charakter an. Die Alpweiden bekleiden nicht mehr, wie zwischen dem Lago Maggiore und dem Comersee, fast ohne Unterbrechung die Rücken und Gipfel, es zeigen sich nackte Gräte und Felswände, und die frischen Trümmerhalden der Bergwasser zeugen von fortdauernder Zerstörung. Die Steinart ist vorherrschend der jenseit des See's verbreitete Glimmerschiefer, nicht selten Granat führend. Aber auch Gneis fehlt nicht, und zwar ein entschiedener Gneis, mit vielen und grossen Feldspathkrystallen, wie er kaum so ausgezeichnet in dieser Gruppe sonst noch vorkommt. Nirgends aber vermag er grössere und selbständige Massen zu bilden. Er zeigt sich am Eingang von V. Sassina, bei Bellano; er wechselt mit Glimmerschiefer, am Nordabfall des Gebirges gegen Morbegno, in V. del Bitto, und ist hier vorzüglich reich an grossen Feldspathkrystallen. Das Fallen der Straten ist fast allgemein nach N, in Uebereinstimmung mit der Stratification des anderen Ufers; nur in dem schönen Durchschnitt, der, am Ausgang der V. Sassina, die ganze Lagerfolge vom Gneis bis in den Kalk der nördlichen Alpenzone aufgedeckt hat, theilt auch der Gneis das S Fallen, nach S 40 W.

Die östliche Grenze dieser Gesteine ist schwer zu bestimmen. Es scheinen diese Glimmerschiefer nur Verbindungsglieder der in ihrer Umgebung aufgestiegenen Gneis- und Granitmassen, und nicht selbständige Bildungen zu sein. In einem weiten Bogen umziehn sie, von der Gruppe des

Legnone aus auf die Nordseite der Adda übersetzend, die Verrucano- und Schiefergebirge im Süden des Veltlin und vereinigen sich zwischen Edolo und Berzo-Demo mit dem Glimmerschiefer der oberen V. Camonica. Das Fallen nach N ist allgemein, auf beiden Seiten der Adda, wie am Legnone und bei Edolo; die krystallinischen Schiefer erscheinen daher im Hangenden der Grauen Schiefer, welche, ebenfalls mit N Fallen, die linke Thalseite des mittleren Veltlins bilden, und die Auflagerung ist auch an mehreren Stellen direct zu sehn. So auf der Höhe des Passes S. Marco, südlich von Morbegno, so auch, nach Escher, im tieferen Theile der V. Arigna, gegenüber Poute. An anderen Stellen, wie bei Bellano, in V. Sassina, und am Uebergang aus V. di Scalve nach V. Camonica, ist aber wieder der Verrucano deutlich dem Gneis und Glimmerschiefer aufgelagert, und die letztere Formationsfolge scheint doch wohl die ursprüngliche zu sein.

10. Gebirgsmasse des Bernina.

Es stellt sich in der Gruppe von Gneis- und Glimmerschiefergebirgen, welche den Raum zwischen Oberengadin und Val Camonica, den Serpentinen von V. Malenco und den Kalksteinen des Ortles erfüllt, das Hochgebirge des Bernina als centrale Masse dar, ausgezeichnet durch die Höhe seiner Gipfel, die Schönheit seiner Gletscher und Firne, und durch die krystallinische Entwicklung seiner Gesteine. Nirgends in diesen Gegenden tritt der Gneis so mächtig auf, und die Eisgebirge, an deren östlichem Fusse die Berninastrasse durchführt, die Gruppe des Piz Cambrena, 3607 m., Piz di Palü, 3912 m., Piz di Verona, 3462 m., des Signalpunktes M. Pers, 3210 m., lassen sich dem Grossartigsten, das die Alpenwelt darbietet, vergleichen. Nach Westen hin setzt diese Gneismasse nicht weit fort. Im Hintergrund des Malencothales und über den Muretpass zeigt sich nur Glimmerschiefer und Hornblendschiefer. Erst gegen Maloja zu tritt unter diesen Schiefern, und

nur beschränkt, Gneis mit grossen Feldspathkrystallen hervor. Ostwärts wird der Gneis von beiden Berninastrassen, bei Cavaglia und Piscadello, durchschnitten und setzt fort in die Gebirge, welche den Hintergrund der V. Viola bilden, aus welchem her bei Trepalle Blöcke von ausgezeichnetem Gneis liegen. An der Strasse von Bormio nach Trepalle sieht man ihn nirgends entblösst, und die V. Viola und andere westliche Thäler werden bis nahe an ihren Hintergrund von gerundeten, meist ganz bewachsenen Gebirgsbuckeln eingeschlossen, die aus leicht zerstörbaren Schiefern bestehn. — Wie keine andere unserer Centralmassen, wird der Bernina beinah vollständig von einem Ringe von Granit, Hornblendgestein und Serpentin umschlossen, und man möchte wohl versucht sein, in diesen Massen die Hebel zu erkennen, welche den Gneis hier in so ungewöhnliche Höhe emporgetrieben haben.

Die Structur dieser centralen Gneismasse lässt keine Annäherung zur Fächerstellung wahrnehmen, die Steinart selbst bleibt stets schiefrig und verschieden von den granitischen Gneisen und Protogingraniten der nördlichen Centralmassen. In den Alpthälern von Cesto und Feet, am Ostufer des Silsersee's, findet man Glimmerschiefer, oft sehr quarzreich, seltener Hornblendschiefer, aber keinen Gneis. Auch die höchsten Schneegipfel des M. del Oro scheinen nur aus diesen Schiefern zu bestehn, und man unterscheidet deutlich das allgemeine Fallen nach N 25 O, mit welchem auch nahe am See der Glimmerschiefer unter den ihm vorliegenden Kalkstein einfällt.

Nähert man sich von Pontresina her, auf der Berninastrasse, dem Hochgebirge, so ist auch hier, nachdem man aus dem Syenit-Granit des Oberengadins in das Gebiet der Berninagruppe eingedrungen ist, N und NO Fallen herrschend. Die Steinart ist wenig entwickelt und geht erst am Südabfall des Passes in deutlichen Gneis über. Ein ausgezeichneter Gneis, mit grossen Krystallen, ist am südlichen Ende des Lago Bianco anstehend und lange anhaltend. Gegenüber dem schönen Palügletscher folgt eine mächtige Einlagerung von Talkschiefer, stets schwach N fallend, beinah horizontal; aber, im Niedersteigen nach

Cavaglia herrscht wieder allgemein Gneis bis zu der letzten Thalstufe, die über Glimmerschiefer nach Poschiavo hinabführt. Diese Glimmer- oder Talkschiefer, mit Einlagerungen von Kalkstein, schliessen die reizende Thalfläche von Poschiavo ein, mit ihrem See und ihren Weidebezirken, und erst in der engen Felskluft, die nach dem, bereits von italienischer Vegetation umgebenen Brusio hinabführt, folgt Granit. Das Fallen der Schiefer bei Poschiavo bleibt vorherrschend nach N, ist jedoch wenig constant und zeigt unregelmässige Windungen.

Die Hauptstrasse über den Bernina führt, von der Höhe der See'n mehr östlich, durch die Alpen Motta und Rosa. Am nördlichen Ufer des Lago Bianco ist ein Serpentin ähnliches dunkelgrünes Gestein herrschend, mit horizontaler Schieferung, und auch über die dammartige Höhe, die man noch, am Ostufer des See's, zu übersteigen hat, bevor die Strasse sich den steilen Abfall nach den Alpgründen von Motta hinabwindet, treten nur wenig bestimmte Steinarten hervor, die man aber doch wohl als Gneis anerkennen muss: verwachsen flasrige, daher nicht eben spaltende Gemenge von weissem oder grünlichem Feldspath mit einer schmutzig grünen wenig glänzenden Substanz und einzelnen zarten Auflügen von braunem oder silberweissem Glimmer, ohne Quarz; die mit dem Feldspath verwachsene grüne Substanz auch für sich, in äusserst zähen Straten, die einem mit Talk verwachsenen dichten Feldspath ähnlich sehn, dem Gneis eingelagert. Zuweilen sind im Gneis grössere Feldspathkrystalle ausgesondert, und über den ganzen Pass zerstreut liegen Blöcke von lavendelblauem Quarz. Das Fallen ist stets nach N 25 O. Im Niedersteigen gegen La Rosa ist, am Fuss der östlichen Gebirge ebenfalls Gneis anstehend; es liegen aber auch viele Blöcke von Hornblendschiefer im Thalboden, die von höheren rostbraunen Felsen herstammen mögen, die in grosser Verbreitung diese Alpen vom Hintergrund von Livigno trennen. Unterhalb La Rosa, längs der tiefen Thalschlucht von Piscadell und S. Carlo, ist man von dunkeln gneisartigen, unvollkommen entwickelten Gesteinen umgeben, vorherrschend aus Quarz und dunkel grünem Glimmer oder

Talk bestehend. Die Stratification ist wenig regelmässig; dagegen ist der Fels vielfach zerklüftet und hat, nach starken Gewitterregen, oft schon dem Landbau der fleissigen Puschclaver grossen Schaden gebracht.

Der Granit von Brusio erscheint in der mächtigen N fallenden Schieferbildung nur als eine beträchtliche Einlagerung, denn, bevor man noch die Madonna von Tirano erreicht, bestehn die Felswände des stets schluchtartigen Thales wieder aus Gneis, dem bald Glimmerschiefer folgt, und das Fallen bleibt nach N bis in den Thalgrund.

Diese NO Einsenkung der Schiefer herrscht, so weit die Schiefer selbst sich erstrecken. Wir finden sie von Sondrio das ganze V. Malenco aufwärts, mit wenigen localen Ausnahmen, bis nach Chiareggio und über den ganzen Muretpass. Auch in dem hoch liegenden, in seinem vorderen, schluchtartig auslaufenden Theile beinah über und über mit Wald, im zweifachen Hintergrund mit reicher Weide bedeckten V. Grosina ist die selten hervortretende Steinart Gneis, mit Einlagerungen von Kalkstein und Hornblendschiefer. — Wir haben in der vorigen Gruppe die allgemeine Ausdehnung dieses N Fallens auf die Gebirge, welche die linke Thalseite des Veltlins bilden, vom Comersee bis nach V. Camonica, kennen gelernt. — Es ist diese, so weit verbreitete Fallrichtung um so auffallender, da ihr in der äusseren Gestaltung, im Streichen der Gebirgskämme und Thäler, kein Parallelismus zu entsprechen scheint. Wenn ferner nach der Ursache dieser Stratification gefragt wird, nach einem Stammsitze der Kraft, welche durch Hebung von Mittag her, oder durch Druck, oder wie sonst diese allgemeine nördliche Einsenkung bewirkt haben könnte, so sehn wir uns in nicht geringer Verlegenheit. In dem Gneise des Bernina, in dem Granite von Brusio, in den Syeniten von Le Prese kann die Ursache nicht gesucht werden, da die Erscheinung sich weit über diese Centra hinaus erstreckt. Dagegen lässt sich vielleicht an die Verrucano- und Porphyrmassen der Bergamaskergebirge denken, die jedenfalls von einer sehr energischen Thätigkeit der geologischen Factoren zeugen. Und doch ist wieder die Entfernung von den nördlichen Grenzen der Gruppe so bedeutend, und es

erscheint so ungewohnt, ein Conglomerat die Rolle eines eruptiven Gesteins spielen zu lassen, dass man gerne sich nach einem andereu Herde umsieht.

11. Centralmasse des Selvretta.

In mehreren Beziehungen erinnert dieses Gebirge an die westlichen, ebenfalls am äusseren Rande unserer Mittelzone liegenden Centralmassen, in anderen zeigt sie, wie jede unserer Gruppen, besondere Eigenthümlichkeiten. Mit jenen Centralmassen theilt sie die fächerförmige Structur, das Uebergreifen der krystallinischen Schiefer über das Kalkgebirge, das Auftreten des Alpengranits in der Axe des Fächers, die Abweichung des, zwar wenig constanten Streichens von dem allgemeinen Streicheu des Alpensystems. Eigenthümlich ist ihr die grosse Mächtigkeit und Verbreitung der Hornblendschiefer, durch welche in einem bedeutenden Theile der Gebirgsmasse der Gneis beinah verdrängt wird. Auffallend auch ist die Ausdehnung der zu ihr gehörenden Steinarten in meridianer Richtung, so dass die Längenaxe der Masse, weder mit dem Streichen der Schieferung, noch mit dem der Wasserscheide zusammenfällt. Diese Wasserscheide erleidet auch in dem Knoten der Selvretta-, Fermont- und Jamthaler-Ferner, an den Quellen der Landquart uud des Ill, eine wahre Gabelung, und der Alpengranit, der von West her die Axe des Gebirges bildet, scheint nicht über diesen Knoten hinaus fortzusetzen. Man ist beinah versucht, dieses westlichere Gebirge, als den eigentlichen Gneisfächer, von der übrigen, weit nach Nord hin sich ausdehnenden Masse abzusoudern und für sich allein als Centralmasse, das Uebrige als zufällig daran stossendes Gneis- und Glimmerschiefergebirge zu betrachten, wenu man die beschränkte Erstreckung des Fächers und seine ganz excentrische Lage erwägt, und doch ist wieder zwischen seinen Steinarten und denjenigen der nördlicheren Gegenden eine so enge Verbindung, dass eine Trennung kaum zu rechtfertigen wäre.

Die Reise über Flüela gewährt eine gute Uebersicht der Verhältnisse jenes westlichen Fächersystems. Der Beschr. von Mittelbünden Schw. Dkschr. III. entnehmen wir:

„Wenn man, von Davos her, in das Flüelathal eintritt, findet man an der Thalecke Dolomit, noch zur Dolomitdecke des Scheienhorns und der Strela gehörend, die an dieser Stelle auch auf der linken Thalseite sich zeigt, bald aber mit verticaler Trennungsfläche am Gneis abbricht. Die Schichten des Dolomits sind sehr gewunden und in einander verschoben, und eine Menge Spalten durchsetzen das Gestein bis in die kleinsten Theile. — Der Gneis fällt constant gegen S 20 O. Es ist dieselbe Steinart, die am Davosersee ansteht; auch wohl feinflasrig, als ein undeutlich schiefriges, stark verwachsenes Gemenge von hellgrünem Feldspath, grauem Quarz und wenig Glimmer. Mit ihr wechselt ziemlich häufig stark glänzender tombackbrauner Glimmerschiefer. — Nur wenig ansteigend erreicht man die Thalstufe des Tschuggen, etwa der Mitte des Dischmäthales gegenüberliegend. Hier erscheint auch Hornblendschiefer, mit eingeschlossenem rothem Granat von Erbsengrösse, und über den ganzen Pass kehren diese schwarzgrünen Zwischenlager, häufig von Epidot begleitet, immer wieder. — Erst über Tschuggen fängt man an, stärker zu steigen, und tritt nun auch in das Streichen einer neuen Steinart, eines grobflasrigen Gneises mit grossen Feldspathkrystallen, des wahren gneisartigen Alpengranits, der den Kern des Gebirges bildet. Die Mächtigkeit dieses Gesteins ist bedeutend; denn über die ganze Höhe des Passes und bis tief an die Südseite hinunter ist man von ihm umgeben. Nur Hornblendschiefer wechselt auch hier mit demselben, und die Gandecken der Gletscher, die, auf der Höhe des Passes, sich gegen den See herabziehn, enthalten, nebst diesen Gesteinen, nur noch dunkelgrüne, wohl durch Hornblende gefärbte, dichte Feldspathe. Das Fallen ist bis zum See unverändert nach S gewesen, mit immer steilerem Fallwinkel, zuletzt vertical. An der Südseite des Gebirges tritt man in das System der nördlich, gegen N 40 W, fallenden Schiefer, und noch tiefer geht das Fallen in N 70 W über. Statt Gneis erscheint wieder Glimmerschie-

fer, abwechselnd mit Hornblendschiefer, und mit Einschlüssen von Granat, seltener auch, von Andalusit, Cyanit, Turmalin. Bis nach Süss sieht man keine anderen Gesteine, die Hornblendschiefer aber haben nach dem Thale zu den Glimmerschiefer beinah ganz verdrängt.“ — Wenn man, von Zernez her, durch den von Hornblendfelsen gebildeten Engpass sich Süss nähert, und das erweiterte, viele Stunden abwärts sichtbare Unterengadin vor sich hat, so ist an der Pyramide des Piz Linard und an allen noch zu unterscheidenden Felsen der linken Thalseite das N und NW. Fallen der Stratification erkennbar.

Der benachbarte, höhere und rauhere Pass über Scaletta bestätigt diese Resultate. „Am Eingang in das einförmige, lange Dischmàthal zeigt sich feinflasriger, dem Glimmerschiefer genäherter Gneis. Die Strata scheinen im Meridian zu streichen und gegen W zu fallen, aber die Stratification ist so undeutlich, dass man stets im Zweifel bleibt, ob man sich nicht geirrt habe. In der Mitte ungefähr des Thales, der Stelle gegenüber, wo auf der linken Seite sich ein mit schönen Weiden bedeckter Einschnitt gegen Sertyg öffnet, bricht auf der rechten Seite ein sehr ausgezeichneter Gneis mit grossen Feldspathkrystallen und stark glänzendem, tombackbraunem Glimmer, mit weissem Talk zu grösseren Lagen vereinigt. Mit ihm wechseln feinkörnige Hornblendschiefer. Das Fallen scheint immer westlich, das Streichen im Meridian. — Die Gebirgsansicht in dem schönen Thalgrunde des Dürrenbodens ergreift uns um so mehr, je weniger wir auf dem drei Stunden langen Wege durch die Natur verwöhnt worden waren. Die Gletschermasse des Thälihorns bildet, wie die Blümelisalp im Kienthale, den Hintergrund. Rechts von ihr, greift ein enges Felsthal tief in die Kette ein und führt an den Absturz des Scalettajoches, auf dessen Westseite sich die Gletschergebirge des Gefrorenhorn's erheben, die den Scalettapass vom Sertygerpass trennen. In der südöstlichen Ecke des Hintergrundes zieht sich ein mit Weide und Schutt bedecktes Längenthälchen nach dem Flüelapass. Erst nördlich von diesem Seitenthale, in dem langen Rücken, der Dischmá vom Flüelathale trennt, erhebt sich die steile Py-

ramide des Schwarzhorns, 3151 m., ein Hauptpunkt der schweizerischen Triangulation, der, ungeacht seiner nicht centralen Lage, wie, auf der Südseite des Gebirges, der eben so excentrische und höhere Piz Linard, 3416 m., die meisten Gipfel der Hauptkette überragt. — Gleich hinter dem Dürrenboden geht die anstehende Gebirgsart sehr ausgedehnt zu Tage, als ein ziemlich dickflasiger Gneis, dem Glimmerschiefer genähert: tombackbrauner oder silberweisser Glimmer in anhaltenden Blättern, grauer Feldspath und Quarz, verwachsen, in ungefähr gleichem Verhältnisse. Das Fallen ist hier bestimmt nach S, und auch am Schwarzhorn und in seiner ganzen Umgebung herrscht allgemein Südfallen. So auch am Nordabfall der Hauptkette selbst. — Der Weg nach dem kleinen Schirmhause auf der Höhe des Passes, führt in schiefer Richtung über breite und sehr hohe Halden von Schutt und grossen Trümmern, die von den Gletschern des Thälihorn's herstammen, und mag, besonders im früheren Sommer, durch Sturzfälle der in der Höhe abgebrochenen Gletscher sehr bedroht werden. Der vorige Gneis ist auch die vorherrschende Steinart dieser Halden; sehr häufig ferner, sieht man Stücke von Hornblendschiefer mit Adern von Epidot; auch einige Blöcke des auf Flüela vorkommenden grünen, dem dichten Feldspath ähnlichen Gesteins. — Auf dem Scalettajoche selbst stehn die Schichten beinah vertical und streichen in N 60—70 O; doch ist an den Felsstöcken, auf beiden Seiten des Passes, immer noch steiles Südfallen bemerkbar. Es ist grünlich grauer oder tombackbrauner, dem Glimmerschiefer genäherter Gneis, in welchem nur wenige Feldspathblättchen deutlich entwickelt sind. Mit ihm wechselt, jenseits des Schirmhauses, kleinkörniger Hornblendschiefer, sehr zäh und unvollkommen schiefrig, verwachsen mit Epidot. Besonders ehe der Weg, nachdem er längere Zeit zwischen den von beiden Seiten niedersteigenden Gletschern und ihrem Schuttauswurf sich auf der Höhe gehalten, nun steil nach dem Schafboden hinabführt, wird der Gneis durch diesen Hornblendschiefer beinahe verdrängt. Etwas tiefer am Abhange gewinnt jedoch bald wieder der Gneis die Oberhand und verliert auch immer mehr sein Glimmerschiefer ähnliches

Aussehn. — Ein spaltenartiges, stark fallendes Querthal führt aus dem Schafboden in das tiefere Sulsannathal. Zur Rechten des Weges hat man, in senkrechter Tiefe, den wild tosenden Thalbach, der malerische Fälle bildet, zur Linken nackte Felsen. Der Gneis steht hier ganz vertical, unterscheidet sich jedoch nicht wesentlich von dem früheren S fallenden, und enthält stets nur wenig Feldspath. Bevor man noch das Sulsannathal erreicht, auf der Thalstufe, von der erst man in das flache tiefere Thal steil hinabsteigt, geht die Schichtenstellung bereits in das steile Nordfallen über, das die südliche Hälfte des Fächers auszeichnet, und auch hier ist es stets derselbe Gneis, mit grauem Quarz, silberweissem, braunem, bis schwarzem Glimmer und wenigem graulich weissem Feldspath. Auch das Thal auswärts, bis zum Dorfe und ausserhalb demselben, hält, so viel man an den, theils bewachsenen, theils mit Felsschutt bedeckten Abhängen sehn kann, das steile Nordfallen an. — Bei Puntauta, an der Grenze von Ober- und Unterengadin, sieht man einen ausgezeichneten Gneis mit grossen Feldspathkrystallen, der nach N 10 W fällt. Der dem Glimmerschiefer genäherte Gneis bleibt aber die herrschende Steinart, und erst jenseits Fenili erscheint wieder Hornblendschiefer."

Längs der westlichen Grenze dieses noch der Schweiz angehörenden Theiles der Gruppe zeigen sich Lagerungsverhältnisse zwischen dem Gneis und dem Kalkgebirge, die auch, nachdem man die wunderbaren Erscheinungen im Berner Oberlande gesehen hat, noch überraschend heissen können, die ferner für die Geschichte der Alpengeologie merkwürdig sind, weil hier zum erstenmale, im J. 1813, durch C. Escher, die Auflagerung von Gneis auf Flötzkalk beobachtet und sorgfältig verfolgt und beschrieben worden ist.

Nach den von Schmidt (1842) dem Montanistischen Verein in Tyrol mitgetheilten Beobachtungen, findet bereits am S. Antonijoch, zwischen Montafun und Prättigau, eine Ueberlagerung von hell- bis dunkelgrauem Kalkstein durch Gneis statt. Der Kalkstein scheint jedoch hier nur ein grösseres Nest zu bilden, wie sie öfters, meist aber krystallinisch und in Marmor übergegangen, in den südlichen Gneis-

gruppen vorkommen. Am Ausgang des Schlapinerthales, gegenüber Klosters, liegt der Kalk unmittelbar auf dem Gneis, in regelmässiger Folge, und ebenso an der Nordgrenze der Gneismasse, am Ausgang von Montafun und im Klosterthale. Folgt man aber nun der Westgrenze vom Prättigau südwärts nach Davos, so verwickeln sich die Verhältnisse, und, während man an der einen Stelle nur eine Wiederholung der Thatsachen des Berner Oberlandes sehn möchte, sind an anderen die Verhältnisse offenbar wesentlich verschieden.

Wir treffen gleich über Klosters, auf Cotschna, am Nordabfall des Casanna, auf eine merkwürdige Folge verticaler Lager von dioritischem Schiefer, Gneis und Glimmerschiefer, ausgezeichnetem, Turmalin führendem Granit und Gyps, eine Gesteinsfolge, die sich weiter südlich, mit Ausnahme des Gypses, in dem Kamm zwischen der Todten-Alp und der Dörfli-Schafalp wiederholt und in enger Verbindung mit den Serpentinen dieser Gebirgsgruppe zu stehn scheint. Ein directer Zusammenhang dieser Gneise und krystallinischen Gesteine mit denjenigen der Ostseite von Davos ist nicht zu beobachten. Am südlichen Ende des letzterwähnten Felskamms umschliesst der Gneis ein

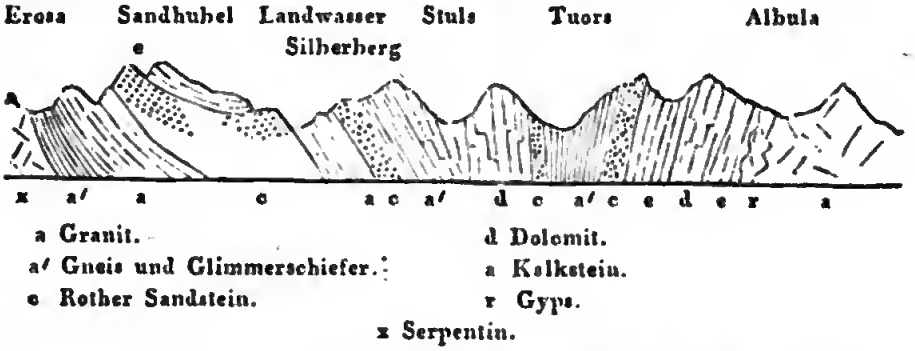
a Granit.
a' Gneis.
a'' Glimmerschiefer.
x Dioritschiefer.
x' Serpentin.
c Rother Thonschiefer u. Sandstein.
d Dolomit.
d' Dolomitischer Kalk.
e Kalkstein.

Kalkstück, an der Vorderseite etwa 10 m. mächtig, und erinnert, freilich in sehr kleinem Maassstabe, an die ähnlichen Verhältnisse am Nordrande der Finsteraarhornmasse.

Noch mehr westlich, in den Umgebungen des rauhen, beinah 2000 m. über dem Meere liegenden Erosa, und am Rothhorn von Parpan, taucht wieder Gneis und Glimmerschiefer hervor, räthselhaft verschlungen mit Petrefacten

einschliessenden Kalkstein- und Dolomitgebirgen, bald in ihrer Grundlage auftretend, bald in grosser Ausdehnung und Mächtigkeit den Kalkstein bedeckend.

Folgt man dem Landwasser abwärts, so stösst man auf analoge Erscheinungen, bald auf der rechten, bald auf der linken Thalseite. Das mächtige Dolomitgebirge der Küpfenfluh, an der Strela, wird auf der Westseite von dem Gneis und Glimmerschiefer der Erosathäler unterteuft, und auf der Ostseite sind dieselben Gesteine dem Dolomit aufgelagert. Beide Gneismassen mögen wohl unter dem Thalboden sich vereinigen, so dass auch hier der Dolomit als ein Keil sich darstellt, der aber nur an seiner gegen West gekehrten Vorderseite sichtbar wird.



Auf der linken Seite des Landwassers ist, am Silberberg und Jenisberg, die Schichtung allgemein mit 45° bis 75° nach S 65 O eingesenkt. Als Grundlage zeigt sich, schroff gegen das Landwasser abgestürzt, eine deutlich geschichtete, mächtige Kalksteinbildung, grau bis schwarz, worin die früher abgebauten, unregelmässigen, meist liegenden Gänge von silberhaltendem Bleiglanz und gelber Blende aufsetzen. In der Höhe mengt sich der Kalkstein zunehmend mit Thon und Kieselerde, die Farbe geht in hellgrau über, und bald wird der Kalk ganz verdrängt durch einen, ebenfalls mächtigen und gleich fallenden Verrucano, einem meist aus Quarz bestehenden sehr festen Sandstein, in den tieferen Massen blass gelblich grau, nach der Höhe zu dunkel braunroth und in ein Quarzconglomerat übergehend. Höher erscheinen, dem Verrucano aufgelagert, graulich weisse oder grünlich und röthlich graue, schiefrige

Straten, einer Glimmer und einzelne Feldspathblättchen enthaltenden, Eurit ähnlichen Steinart, die sich weiter aufwärts als deutlicher Gneis entwickelt und bis auf den höchsten Kamm des Gebirges anzuhalten scheint. Die Formationsfolge ist vollkommen umgekehrt, nnd wenn je, so könnte man hier an eine Ueberkippung des Gebirges denken, durch welche die Gneisgrundlage zur Decke geworden wäre. So einfach jedoch lassen sich die Verhältnisse nicht deuten. Im hinteren Stulsthal wird dieser Gneis wieder von Kalkstein oder Dolomit überlagert, der die ganze Breite des Stulsthales und der Raveschkette einnimmt; der Gneis scheint demnach hier in seiner natürlichen Lage, und man sieht allerdings, an anderen Stellen dieser Gegend, auch normal dieselbe Gneismasse sich mit Verrucano, diesen mit Kalkstein sich bedecken.

Der wichtige Gebirgsknoten von Selvretta oder Silvretta und Fermont ist von A. Escher untersucht worden.

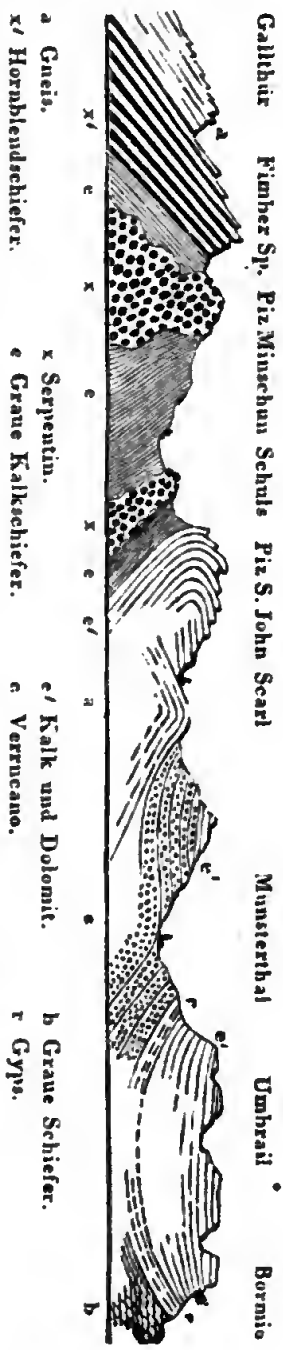
„In dem ganz mit Weide, in einiger Höhe mit Wald bedeckten V. Tuoi, oberhalb Guardà, findet man nur Trümmer von dunkel bräunlichem, unvollkommen entwickeltem Gneis und Hornblendschiefer. Tiefer einwärts glaubte ich an den höheren westlichen Wänden, von welchen dieselben herstammen, beinah horizontale, oder schwach S fallende Stratification zu erkennen. An den östlichen, bis auf den Grat, mit Vegetation bedeckten, sauften Gehängen waren, im Hintergrunde, auf der Alp Sott, Hunderte von Menschen mit Heusammeln beschäftigt. Nach dem Gletscher hin, über welchen der Pass nach dem Ochsenthal und Patténen führt, lagen in Menge Trümmer von Kalkschiefer. Es bedeckt dieser Schiefer die breite Einsattlung zwischen dem Piz Cotschen nnd der Hauptkette und hängt mit demjenigen des Fimberjoches und Śamnannthales ohne Unterbrechung zusammen, scheint aber weiter westlich nicht fortzusetzen. Am Rande des Gletschers und in der Hauptkette zeigen sich diese Steinarten auch auf der Ostseite. Es sind, mehrere hundert Fuss hoch, vom Thalgrunde aufwärts, weissliche Gneise, mit wenig Feldspath, grossen Qúarzkörnern und zusammenhängendem, hellgrünem, talkartigem Glimmer. Ueber ihnen folgen, in noch

grösserer Mächtigkeit, fein- und grobkörnige Hornblendschiefer, dunkle, rostfarbige, rauhe Felsen bildend. In seiner Gandecke bringt indess der Gletscher von der Höhe her auch viele Blöcke des weissen Gneisgesteins, und wenn man den Rücken der Hauptkette ersteigt, so überzeugt man sich, dass Gneis und Hornblendgestein auf das Engste verbunden sind, unter einander wechseln und sich gegenseitig in einander verlaufen. Diese Gesteine ragen auf der Höhe des Fermontgletschers, in einer ansehnlichen Felsmasse, dem Stammort einer mächtigen Guferlinie aus dem Eise hervor und herrschen auch im öden hinteren Ochsenthal. Das Fallen ist auf der Höhe, im Ochsenthal und in allen umliegenden Gebirgen, schwach nach N gerichtet; so an der Radseite, am Lobspitz, Kiesperspitz und Hoch-Maderer. Die Stratification scheint demnach, von Engadin bis Montafun, über die Hauptkette weg, ein flaches Gewölbe zu bilden; jedenfalls sind die Structurverhältnisse in diesem Theile des Gebirges von denjenigen seiner westlichen Fortsetzung gänzlich verschieden."

„Von der Alphütte Gross-Fermont wandte ich (Escher) mich wieder rückwärts, das Klosterthal hinauf. In diesem, wie auch im Ochsenthal, sieht man zahlreiche und ausgezeichnete, dem Thale parallel laufende Rundhöckergestalten; auch alte Guferlinien, von Hornblendschiefer und dem dazu gehörenden Glimmerschiefer oder Gneis, zeugen von einst grösserer Ausdehnung der Gletscher. Ueber breite und mächtige Trümmermassen gelangte ich auf den Gletscher und dann, nach halbstündigem sanfterem Ansteigen über Schnee, auf die nach Selvretta und Sardasca führende Höhe. Nahe unter derselben trafen wir auf weithin sichtbare Spuren zweier Bären, welche in der letzten Nacht in Gross-Fermont 13 Schafe getödtet hatten. Die beiden am Pass aus dem Schnee hervorragenden Felsspitzen, 2884 m. und 2942 m. hoch, bestehn aus Gneis, z. Th. mit grossen Feldspathkrystallen. In der weiten Uebersicht der Gebirge, welche diese Höhe gewährt, sieht man überall N Fallen, sowohl südlich, als nördlich, vom Sardascathal."

Dieses Thal abwärts verfolgend, dann wieder aufwärts durch Vereina und das breite Süserthal, dessen bewei-

dete Schutthalden den Kamm der Seitengebirge erreichen, nach der Einsattlung von Val Torta, und V. Sagliains abwärts nach Lavin, sah Escher wenig andere Gesteine, als die allgemein herrschenden Hornblendschiefer und Glimmerschiefer. Auch die ausgedehnten Schutthalden des hohen Piz Linard, 3416 m., enthalten grossentheils sehr grobkörnige Hornblendgneise, mit abwechselnden Streifen schwarzer Hornblende und weissen Feldspaths. Auf beiden Seiten des Gebirges, in Vereina und bei Lavin, findet man indess zahlreiche Blöcke von grobflasrigem Gneis mit grossen Feldspathkrystallen, die von dem östlichen Ausläufer der centralen Gneise von Flüela herstammen mögen. Die Stratification erleidet in dieser Gegend, wo das Fächersystem von Flüela mit den N fallenden Hornblendschiefern zusammenstösst, eine auffallende Umänderung, die man an einzelnen Stellen schon in Engadin wahrnehmen kann. Das Streichen wirft sich in h. 10 bis 12, das Fallen wird W. So findet man es im Hintergrund von Sagliains, so auf der Höhe von Val Torta und, das Süser- und Vereinathal abwärts, bis in den Hintergrund des Prättigau.



Versuchen wir es die Verhältnisse der östlichen Gebirge der Schweiz in einem Durchschnitte darzustellen, so ergibt sich die nebenstehende Zeichnung.

Ueber den nördlichen, nicht schweizerischen Theil dieser Gebirgsgruppe wären genauere Untersuchungen zu wünschen. Hornblendschiefer zeigen sich überall, theils als Einlagerungen im

Gneis und Glimmerschiefer, theils als vorherrschendes Gestein. Durch ganz Paznaun nnd Montafun findet man diese Steinart in den Trümmerhaufen. Bemerkenswerth ist das, nach SANDER's Angahe (Montan. Verein 1842), meridiane Streichen des Gneises und Glimmerschiefers im Paznaunthale, mit W Fallen, übereinstimmend mit der Stratification in Dischmà nnd im so eben heschriebenen Gehirgsdurchschnitte. Am Ausgang des Fimherthales, oberhalh Ischgl, hesteht jedoch das linkseitige Gebirge aus einem schönen Gneis mit grossen Krystallen, dessen Straten nach S 35 O fallen. Im Niedersteigen von Zeynes nach dem freundlichen Thalkessel von Patténen, an Linthal erinnernd, zeigt der Gneis gleiches Streichen, fällt aher entgegengesetzt, nach N 35 W, und gleiches Nordfallen zeigen alle umstehenden, aus Gneis oder Hornhlendschiefer hestehenden Gehirge. An der Nordgrenze der Gruppe, bei S. Anton und im Ansteigen nach dem Arlberg, zeigt der Gneis wieder steiles Fallen nach S 20 O. So auch ein wenig entwickelter Glimmerschiefer, oder glimmeriger Thonschiefer, zwischen Flirsch und Landeck. Bei Landeck hefindet man sich indess in ächtem Glimmerschiefergehirge. Das Gestein zeigt im Kleinen viele Zikzakhiegungen, und das Fallen wechselt öfters zwischen S und N, scheint aber doch vorherrschend steil nach S 5 O gerichtet. — Aus dem Nordfallen der Kalkschiefer des Innthales, zwischen Ried und Finstermünz, schliesst SANDER, dieselhen werden von dem nördlich anstossenden Glimmerschiefer und Gneis überlagert, es finde demnach in dieser Gegend ein ähnliches Verhältniss zwischen Kalkstein und Gneis statt, wie in Davos. Auch in der Profilzeichnnng, die den Bericht für 1843 hegleitet, wird der Venetberg, östlich von Landeck, als ein Fächersystem von Glimmerschiefer nnd der Kalk- oder Thonschiefer von Ried als nnter diesen Glimmerschiefer einfallend dargestellt. Bevor jedoch die Auflagerung des Gneises oder Glimmerschiefers auf den Kalkstein wirklich heohachtet worden ist, wäre es voreilig, dieselbe als eine constatirte Thatsache anzunehmen.

12. Gebirgsmasse der Oezthaler-Ferner.

Aehnlich wie die Selvrettamasse, nur weiter gegen Osten zurückstehend, greift das Gneis- und Glimmerschiefergebirge der Oezthaler-Ferner keilförmig in die Bündneralpen ein; wie jene, an seinem Westende umgeben von Verrucano und einem hoch aufgeworfenen Wall rauher, meist nackter, zum Theil auffallend gestalteter Kalkstein- und Dolomitgebirge.

Die Profilzeichnung des Berichtes von 1843 an den Montanistischen Verein lässt in dem südlicheren, höchsten Theile der Oezthalergebirge zwei Fächersysteme von Glimmerschiefer erkennen, und eine Reise über Niederjoch und das lange Oezthal hinunter hat uns diese Angaben bestätigt. Der südliche jener Fächer gehört dem höchsten Kamm der Oezthalgebirge an, dem Kamm der Similaunspitze, des Hoch-Joch- und Gross-Oezthaler-Ferner; der nördliche, in dessen Verlängerung gegen Westen die Reschen-Scheidecke fällt, der Quellbezirk der Etsch und des dem Inn zufliessenden Stillbachs, trägt den Gebatscher- und Vernagt-Ferner. Zwischen beiden Fächern streicht im Rofenthal ein Hornblendstreifen. Gneis fehlt diesen Fächern; auch die centralen, vertical stehenden Massen bestehn aus Glimmerschiefer. Dagegen tritt ein schöner, dem Gestein der Tessineralpen ähnlicher Gneis auf am südlichen Fuss des Similaunfächers, im Ansteigen aus dem Vintschgau durch das Schnalserthal bis nach Ratteis, mit steilem Fallen nach N 35 W den Glimmerschiefer unterteufend. Und demselben entsprechend finden wir einen nach SO fallenden Gneis an der nördlichen Grenze des Gebatscherfächers, im mittleren Kaunerthal, der jedoch bei Reschen, wo er durchstreichen sollte, nicht mehr zur Oberfläche gelangt. Das Lagerungsverhältniss der Steinarten ist demnach hier ganz das Umgekehrte desjenigen der Montblanc- und Gotthardmassen. Es drängt uns zu der Annahme, dass den einzelnen Gesteinsformen der krystallinischen Schiefer, ob Glimmerschiefer, Gneis oder Protogin, in den Fächersystemen keine bestimmte Stelle zukomme, die Ursache dieser Gebirgsstructur daher

nicht ausschliesslich in der Beschaffenheit oder Vertheilung der Steinarten gesucht werden dürfe; eine Ansicht, zu der uns auch schon die excentrische Lage des Protogins in der Finsteraarhornmasse und das Vorkommen der Fächerstructur im Gebiete des Grauen Schiefers vorbereiten konnte.

In dem breiten und bis auf die Wasserscheide in wohlgebauten Städtchen und Dorfschaften bewohnten Quertbale der Reschen-Scheidecke, 1566 m., treten die Steinarten des Oezthales wenig und nicht in klar aufzufassendem Zusammenhange hervor. Noch weniger in den angrenzenden Schweizergebirgen. Die Verhältnisse erinnern auffallend an das östliche Ende der Finsteraarhornmasse, an die Gebirge des Vorderrheinthals. Wie hier, scheint ein unmerklicher Uebergang der krystallinischen Schiefer, des Gneises und Glimmerschiefers, in Talkschiefer, Talkquarzit, grüne und rothe talkige Sandsteine, in Verrucano, statt zu finden. Diese Gesteine sind in mächtigen, ausgedehnten Massen entwickelt, und so schwankend ist der petrographische Charakter, dass im Fortschreiten stets von neuem die Frage sich stellt, ob man mechanisch oder krystallinisch aggregirte Felsarten, ob man Sandsteine oder Gneise vor sich habe, und geübte Geologen in der Benennung leicht abweichen können.

Auf der Höhe der Scheidecke, in der Umgebung der See'n, ist der anstehende Fels, auf beiden Thalseiten, ein entschiedener Glimmerschiefer, dunkelbraun, hellgrau oder grünlich grau, meist nach N 20 W fallend. Bei Reschen setzt derselbe in niedrigen Felshügeln quer durch das Thal. Blöcke von ausgezeichnetem Gneis, andere von grosskörnigem Ganggranit mit vielem Quarz und silberweissem Glimmer mögen aus den benachbarten Gebirgen, vielleicht auch, als Fündlinge, aus grösserer Ferne abstammen. Zwischen Graun und Heide trägt der Glimmerschiefer der Ostseite einen hohen Stock von Kalk und Rauchwacke, die montanistische Karte gibt auch Gyps an. Die meterdicken Kalklager fallen N und sind gegen Mittag in schroffen gelblichten Felsen abgestürzt. Gegen Heide zu verschwindet der Glimmerschiefer unter der Thalfläche, und das Kalkgebirge, mit langen Trümmerhalden an den Abhängen setzt fort bis in

die Nähe des Dorfes. Dann folgen wieder meist bewachsene Gebirge von Glimmerschiefer, an deren Fuss der gewaltige, aus dem Plawenthal hervorgestossene Schuttkegel bis nach Glurns und Schluderns hinunter, die ganze Thalfläche einnimmt und die schönen Roggenfelder trägt, die den Reichthum der grossen Ortschaften Burgeis, Mals, Laatsch, Glurns ausmachen.

Die Westseite zeigt andere Verhältnisse. Das Kalkgebirge fehlt, und bis unterhalb dem See von Heide herrscht Glimmerschiefer. Von da bis Schleiss wird dieser aber bedeckt durch ein in dunkeln Felsen hoch ansteigendes Gebirge von Hornblendgestein, dunkel grün bis fast schwarz, mit Anlage zum Schiefrigen. Von Schleiss aus den Bach aufwärts verfolgend, fand Escher bis zur Vereinigung des Schlinig- mit dem Arundabach, hellgrauen, N fallenden Glimmerschiefer. Nachdem er von da, am linken Ufer des Schleissbachs, bei 100 m. hoch gestiegen, zeigte sich der stets anhaltende Glimmerschiefer grün, stets flach NO fallend, und auf demselben, mit gleichem Fallen, eine bei 25 m. mächtige Lage von dunkelgrauem, feinkörnigem Kalkstein, in dünne Schichten abgesondert. Auf diesem Kalk erhob sich unmittelbar, oder vielleicht noch durch etwas grünen Glimmerschiefer davon getrennt, der Hornblendfels.

Folgt man, längs dem Fusse des Gebirges, der Etsch, so hält der Glimmerschiefer noch einige Zeit an, aber mit unregelmässigem, flachem Ostfallen, dann folgen grüne unvollkommene Talk- oder Glimmerschiefer, mit steilem W Fallen, das bei Laatsch in N Fallen übergeht, und damit in enger Verbindung stehn grüne und weisse Talkquarzite, die nun, gegen Tauffers zu und im Münsterthal, eine grosse Verbreitung gewinnen. Hell graulich grüne, rauh schiefrige Talkquarzite, worin der Quarz, bald in deutlichen Geschieben, bald in mit dem Talk verwachsenen Nestern und Adern erscheint, sind an der Nordseite des Thales vorherrschend, auf der Südseite sind diese rauhen Verrucanoschiefer häufiger roth und mit Streifen von grobkörnigem rothem Sandstein und Quarzconglomerat verwachsen. An anderen Stellen erscheint aber das Gestein so rein krystallinisch, dass es kaum von ächtem Talkschiefer oder Gneis

zu unterscheiden ist, und von selbst der Gedanke sich vordrängt, es möchten auch wahre Gneise und Granite, die mitten in seinem Gebiet hervortreten, nur höher entwickelte Abänderungen derselben Grundmasse sein. Von Tauffers nach der bereits ziemlich hoch liegenden Alp Mangiz, über welche der Weg nach Scarl führt, fand Escher stets grauen Talkquarzit; auf der Höhe des Passes aber Rundhöcker eines granitischen Gesteins mit zwei Zoll grossen Feldspathkrystallen, das ihn an den räthselhaften Granit oder Gneis von Despin in Schams erinnerte. Eine deutliche Trennung von dem, etwas westlich wieder hervortretenden Talkquarzit war nicht aufzufinden; es liess das Vorkommen einer Menge von Mittelstufen eher auf einen allmähligen Uebergang schliessen. Die Nordseite des Passes ist mit Vegetation bedeckt, aber ehe man Scarl erreicht, durchschneidet man eine Hügelreihe, die aus deutlichem grobflasrigem Gneis besteht, und wohl mit dem Glimmerschiefer von Schleiss, vielleicht auch mit dem Feldspathgestein des Tauffersspasses zusammenhängt. Auch westlich von Scarl verbreitet sich dieser Gneis. Im Ansteigen nach dem Passe von Lü sieht man keine andere Steinart, und erst auf der Mittagseite zeigt sich wieder der herrschende grüne Verrucano. Der Gneis, wie der Talkquarzit, wird bedeckt von Kalk und Dolomit, die an der unteren Grenze zum Theil als Rauchwacke auftreten, und an mehreren Stellen mit mächtigen Gypsmassen in Verbindung stehn. In vereinzelten Felsstöcken, Thürmen und Ruinen ähnlich, wie vorgeschobene Wachen des grossen nördlichen Dolomitgebirges, erheben sich diese Kalkmassen über die flach gerundete, meist mit Weide und Wald bedeckte Unterlage der Gneis- und Verrucanobildung. Ihre Stratification ist horizontal, oder schwach dem Inneren der Felsstöcke zufallend. In der Nähe des Lüpasses sieht man die Kalklage einer isolirten, auf Gneis stehenden, kaum 30 m. hohen Felskuppe knieförmig im rechten Winkel umgebogen. In dem Kalkstein- und Rauchwackegebirge der Madulene, östlich am Eingang des Felspasses, der aus Scarl nach Engadin führt, wurde im Anfang dieses Jahrhunderts starker Grubenbau auf silberhaltenden Bleiglanz betrieben. Das Erz bildet das Cement einer durch

dasselbe sehr fest verkitteten Dolomitbreccie. Ueber den steilen, meist bewachsenen Gehängen des Berges, aus welchen nur hier und da horizontale Kalklager, oder beträchtliche Massen von Rauchwacke hervorstehn, erhebt sich ein hoher, nackter Dolomitstock.

Im Ansteigen auf der über Stilfserjoch, 2797 m., führenden Kunststrasse gewinnt man nicht mehr Aufschluss über das Verhältniss der Verrucanogesteine zum Gneis. Die mächtigen Trümmerhalden, in welche grossentheils die Strasse eingeschnitten werden musste, enthalten ausgezeichneten Gneis, mit deutlichen Feldspathkrystallen; er scheint aber von der Ostseite des Pradthales herzustammen, an der Westseite geht er nicht zu Tage. Die anstehenden, N fallenden Schiefer, Talk und Glimmer, mit Quarz und auch wohl unklarem Feldspath verwachsen, können mit gleichem, oder vielleicht besserem Rechte den grünen Verrucanoschiefern, als krystallinischen Bildungen beigezählt werden. Deutliche Conglomerate und rothe Sandsteine kommen indess nicht vor. Bei der Brücke oberhalb Gamagois ist wahrer Granit in grossen Massen aufgehäuft, die man für anstehenden Fels halten dürfte; doch scheinen es nur Trümmer der rechten Thalseite zu sein; denn ehe man noch Trafoi erreicht, tritt Kalk auf, N fallend, bald wieder dem quarzigen Talkschiefer weichend, der auch weithin auf der rechten Thalseite zu herrschen scheint. Auf der Höhe besteht das südliche, nach dem Ortles ziehende Gebirge ganz aus Kalk, das nördliche aus Talkschiefer und Talkquarzit: weisse, wohl aus Quarz und Feldstein bestehende Streifen, mit hellgrauen talkigen und einzelnen Glimmerblättchen gneisartig verwachsen. Der Kalk zeigt häufig sehr gewundene und gebogene Straten und wird theilweise vom Talkschiefer überlagert, fällt aber im Grossen, wie dieser, schwach N. Gegen Bormio hinunter bleibt man bis S. Maria stets im Talkschiefer oder zwischen den von ihm gebildeten Schuttmassen, dann tritt die Strasse in den Kalk, in schwarzen, dichten, zuweilen bituminösen Kalkstein, deutlich stratificirt, die Lager oft stark gequält und umgebogen, und ist zur Seite einer schwindlicht tiefen Schlucht bis fast in den Thalboden in lothrechte Felswände eingesprengt.

II. Granit.

Nach Abtrennung des Protogins und Arkesins, die wir dem Gneis beigeordnet haben, und der mit Syenit oder anderen Hornblendgesteinen vielfach verwachsenen Granitpartie'n, deren Behandlung nicht von denjenigen jener Gesteine getrennt werden konnte, bleiben, als wahre, massige Granite, noch mehrere stockförmig und abnorm hervorgetretene Massen zu betrachten, die besonders dem südlichen Theile der Mittelzone angehören und meist als mächtiger entwickelte Syenitgranite erscheinen. Die Steinart trägt in jeder einzelnen dieser Massen einen eigenthümlichen Charakter, so dass die Beschreibung in getrennte Monographien zerfallen muss. Gemeinschaftlich ist ihnen der Mangel an Talk, der in den Alpengraniten so wesentlich auftritt, der deutlich entwickelte, stark glänzende, meist schwarze Glimmer, und die fast nie fehlende Beimengung von Hornblende.

Eine beschränkte, noch wenig bekannte, aber ihrer Nebengesteine wegen nicht unwichtige Granitpartie zeigt sich in dem wildesten Hintergrunde des Eringerthales, auf der rechten Seite des Arollagletschers. Bei dem eisernen Kreuz, welches am Fusse des M. Collon, in 3147 m. Höhe, das Joch des Arollapasses bezeichnet, herrscht grüner Schiefer und Arkesingneis, nach N 30 W fallend. Wenn man jedoch, auf dem breiten und wenig zerspaltenen Gletscher, gegen Arolla niedersteigt, so sieht man die Fallrichtung bald wieder unklar werden, in verticale oder nach S gerichtete Stellungen übergehn, und diess S Fallen ist am Vorderrand, zu beiden Seiten des Thales, das vorherrschende. Die Steinart bleibt lange anhaltend grüner und grauer Schiefer. Folgt man aber der rauhen rechtseitigen Gandecke, so findet man, nahe am Vorderrand, eine neue Steinart am Fusse steiler Felswände, an welche sich der Gletscher andrängt. Es ist eine Art Gabbro-rosso, an die Gesteine von Marmels oder von Cesanne erinnernd, Serpentin und kleinkörniger Gabbro, den man leicht für Syenit halten könnte, enge verbunden mit grünen und rothen Galestroschiefern. Ueber eine Viertelstunde halten diese

Gesteine an, dann folgt Granit: grobkörnig, grauer verwachsener Feldspath, glasiger Quarz, wenig dunkelgrüner Glimmer nnd undeutliche, damit verwachsene Hornblende, bald übergehend in einen deutlicher entwickelten Granit, mit apfelgrünem verwachsenem Feldspath und zollgrossen ausgesonderten Orthoklaszwillingen. Dieser grüne Granit, dem man leicht eine engere Verwandtschaft mit den vorangehenden grünen Gesteinen zutrauen könnte, bildet banchig hervorstehende, wohl durch den Gletscher gestaltete Felswände, die von weissen Euritgängen durchzogen sind, und geht nach dem Vorderrand des Gletschers hin über in ein Serpentin oder Grünporphyr ähnliches Gestein: dunkelgrüne und grünlichgelbe Partie'n mit einander verwachsen, die ersteren innig gemengt mit dunkelgrünem Glimmer, der auch für sich ausgesondert ist. Noch mehr nach dem Ende des Gletschers zu folgen wieder Gabbro und grüne Schiefer, so dass der Granit wirklich als ein derselben Familie serpentinartiger Gesteine angehörendes Glied erscheint. Es ist möglich, dass dieser Gabbro- nnd Granitstreifen, mit den Arkesingesteinen, zu beiden Seiten von Arolla bedeutend weit fortsetzt. Die Gandecken der Cermontanegletscher, besonders des Gl. Dnrand enthalten Granitblöcke, die dem grünen Arollagranit nahe verwandt sind.

Das Syenitgebirge, das wir, längs dem inneren Rande der Alpen, vom Orcothale bis Ivrea verfolgt haben, setzt mit zunehmender Entwicklung nach den Thälern der Sessera und Sesia fort, und erscheint gegen die Ebene zu in so enger Verbindung mit *Granit*, dass beide Steinarten als gleichzeitige gelten müssen. Bald findet allmähliger Uebergang statt, es mengt sich Quarz ein, die Hornblende weicht gegen Glimmer zurück, bald verschlingt sich der Syenit mit gangförmigen Nestern von Granit, und weiterhin, wo dieser vorherrscht, erscheinen umgekehrt Syenitgänge im Granit. An einzelnen Stellen wird das Gemenge schiefrig, es bilden sich *Gneise* und *Glimmerschiefer*, die kaum von den anstossenden krystallinischen Schiefern zu trennen sind. In grossen und kleinen gangähnlichen Nestern ist auch *Marmor* oder *Calciphyre* eingeschlossen, welcher, nach Sismonda, *Pyroxen*, *Granat*, *rothen Feldspath*, *Quarz*,

Glimmer enthält, nnd an einzelnen Stellen als Kalk ausgebeutet wird.

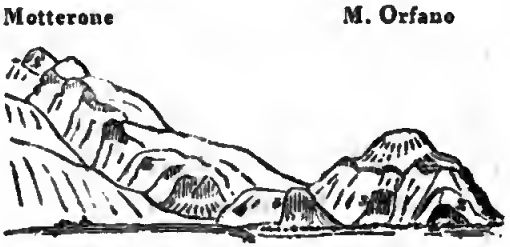
Auf diesem Granit steht Biella und er verbreitet sich von da, zwischen dem Syenit und dem Quarzporphyr, über Mosso nach Varallo. Es ist ein Granit mit zweierlei weissem Feldspath, glasigem Quarz, schwarzem Glimmer, der sich anszeichnet durch grosse Neigung zur Verwitterung, so dass meist der Fels mit einer mächtigen, ocherrothen Lage von Grus bedeckt ist, und die Strassen zu tief eingeschnittenen Hohlwegen werden. Seltener ist der eine Feldspath roth, und die Steinart kaum verschieden von dem Granit von Baveno; so nördlich von Flecchia und bei Postua, in den Umgebungen von Crevacuore. Oder, der Glimmer ist beschränkt anf feine schwarze Pnnkte, wie unterhalb Mosso.

In der so mannigfaltige krystallinische Gesteine durchschneidenden Val Sesia finden wir den Granit in ihrem oberen Theile, bei Boccario, und, nach dem Ausgang zu, unterhalb Varallo, beide Massen getrennt durch die schwarzen Steinarten von Scopello und Balmuccia. Die Ausdehnung des Granits von Boccario, den wir bereits kennen gelernt nnd mit dem Gneis und Glimmerschiefer dieser Gegend vereinigt haben, ist, bei dem unbestimmten, häufig wechselnden Charakter der Gesteine dieser Gegend, und der Bedeckung der Abhänge mit Gebirgsschutt und Wald, schwer zn erforschen. Trümmer von grobkörnigem, quarzreichem Granit kommen vor unter den Herabrollungen der rechten Thalseite, zwischen Rima und S. Giuseppe und stammen vielleicht her von einer das Scheidegebirge beider Thäler durchbrechenden Fortsetzung des Boccariogranites. Auf eine westliche Fortsetznng deuten die Granite bei Trina in Vallaise.

Entschiedener massig ist der Granit zwischen Varallo und Borgo Sesia, die Fortsetzung des Granites von Biella, und auch die Gebirgsformen tragen ein den Gneis- und Schieferalpen fremdartiges Gepräge. In pittoresker Gruppirnng und mit scharfen Umrissen stehn kühn gestaltete Felsgipfel vereinigt, ohne Neigung zu Ketten und verlängerten Rücken. Näher bei Varallo schwankt noch das Gestein zwischen

verworren flasrigem Gneis und Granit. Auf einem Hügel von Gneis stehn die Tempel der auch aus ganz Wallis her über die höchsten Gletscherpässe in starken Haufen von Wallfahrern besuchten Madonna von Vraal. Bald aber wird der Granit allein herrschend, und mehrere Steinbrüche haben ihn genügend aufgeschlossen. Es ist ein sehr kleinkörniger Granit, mit zweierlei weissem Feldspath, der eine deutlich krystallinisch, mit Quarz verwachsen, der glänzend schwarze Glimmer in einzelnen kleinen Blättchen gleichmässig vertheilt. Dieser Granit bildet hier offenbar die Grundlage und Hauptmasse des Gebirges, und wo er, wie zwischen Varallo und dem Ortasee, von Gneis bedeckt wird, soll er, nach Sismonda, denselben in Gängen durchbrechen. Im Granite des M. Vaso, NW von Varallo, hat dagegen Sismonda Gänge eines grünen, Diorit oder Serpentin ähnlichen Gesteines wahrgenommen.

Es ist ein natürlicher Gedanke, diese Granite des Sesiathales in Verbindung zu bringen mit denjenigen des See's von Orta, von Baveno und M. Orfano, ungeacht der oberflächlichen Trennung und der abweichenden petrographischen Beschaffenheit. Man erkennt auch nirgends klarer vielleicht, als an den zuletzt genannten Stellen, wie die Beschaffenheit des Granits in geringer Entfernung sich verändert, ohne dass eine wirkliche Trennnng der Gesteine statt findet.



In dem westlichsten Steinbruch von Baveno kann man Stücke schlagen, in welchen der Orthoklas, theils roth, wie im gewöhnlichen Bavenogranit, oder *Miarolo rosso*, theils weiss, wie im Granit des M. Orfano, *Miarolo bianco*, ist, während die Grundmasse, weisser Albit, brauner Glimmer und grauer Quarz, stets dieselbe bleibt. Im Hinuntersteigen

an dem steilen Abfall des Motterone nach Omegna zeigt sich der Granit eben so tief einwärts verwittert, wie auf dem anderen Ufer des See's, von der Colma abwärts nach Arola. Die Granitmasse von Baveno ist von Glimmerschiefer nmgeben, der am Fuss des Berges mit 45° nach S 40 O einfällt, weiter südwärts sich in steiles Ostfallen umdreht, nnd, als eine Vorkette höher ansteigend, den in dem Motterone fortsetzenden Granit vom See treant. Auf der Grenze des Granits und des Glimmerschiefers, in einem beide Steinarten trennenden Quarzband, liegen die früher bearbeiteten *Kupferkiesgruben*. Die vielen Drnsen des schönen Granits enthalten, nebst den fleischrothen *Feldspathkrystallen* und *Bergkrystall*, *Turmalin und Flussspath*. Der isolirt ans dem weiten Sumpfland der Tocemündung anfsteigende, auffallend gestaltete M. Orfano besteht ganz aus weissem Granit, der rings um den Berg herum, vorzüglich auf seiner Süd- nnd Ostseite, in vielen Steinbrüchen ausgebeutet wird. Dieser Granit enthält keine Drusen, ist aber ziemlich regelmässig durch Spalten zerklüftet, die mit 80° nach S 20 O fallen, parallel der Stratification des in der Nähe vorkommenden Glimmerschiefers. Der kleine Hügel oberhalb Fariolo liefert rothen Granit, gleich dem der Bavenobrüche. Anch weiter aufwärts, im Thal der Toce, zeigen sich Granitmassen, oder eher Einlagerungen im herrschenden Glimmerschiefer der Thalwände. So etwa eine Viertelstunde östlich von der Candoglia.

Im Osten des Lago Maggiore finden wir die Granite von Val Gana, nördlich von Varese, und ihre Fortsetzung anf der Halbinsel von Lugano; sie gehören aber bereits der südlichen Nebenzone an und lassen sich kaum von den mit ihnen auftretenden Porphyren trennen. Ihre nähere Umgebung besteht aus Kalk, diejenige der Granite von Baveno nnd Varallo aus Glimmerschiefer. — Westlich vom Lago Maggiore ist das Verhältniss des Granits zum Porphyr unklar. Der Granit von Baveno ist von dem Rothen Porphyr von Orta und Arona dnrch eine breite Masse von Glimmerschiefer getrennt, und nur die schönen Krystalldrusen deuten anf eine Verwandtschaft mit den östlicheren Graniten, und daher auch mit den Porphyren. Bei

Borgo-Sesia und Crevacuore, wo der Granit und Porphyr sich berühren, hat Sismonda sich von der Verschiedenheit beider Formationen überzeugt; Fournet ist, durch die Untersuchung ähnlicher Granite nnd Porphyre in den Gebirgen von Lyon, zu demselben Resultate gelangt. Die von beiden Beobachtern angeführten Thatsachen scheinen mir jedoch nicht entscheidend. Eher könnte vielleicht die Unabhängigkeit des Granits vom Porphyr aus dem ganz getrennten Vorkommen beider Steinarten in anderen Gegenden am Südrande der Alpen gefolgert werden.

Die Gesteinsverbindung von Biella und Varallo hat, im Fortstreichen jener Massen, sich wiederholt in den Gebirgen zwischen Bellinzona und dem Muretpasse. Von Bellinzona bis in das Thal der Maira muss die Bildung noch als Hornblendgestein und Serpentin bezeichnet werden, obgleich bereits am Grate, der Traversegna von M. Jorio trennt, ein ganzes Netzwerk grosskörniger Granitadern mit silberweissem Glimmer den Syenit durchbricht nnd oft beträchtlich aus den leichter verwitternden flach geneigten Felstafeln hervorragt. Es entspricht dieser westlichere Theil der Gruppe den dunkeln Gesteinen der Thäler des Cervo, der Sessera und Sesia. Auch im Thale der Maira, von Chiavenna bis an den Comersee, sind diese dunkeln Steinarten meist noch vorherrschend, obgleich der Granit an mehreren Stellen die Hornblendmassen beinah verdrängt hat. — Die dnnkelbraunen, meist bewachsenen Felsmassen, die von Chiavenna bis Prada wie über einander gehäufte Blockmassen aussehen und vorherrschend aus Hornblende-, Chloritgestein- nnd Lavezsteinfelsen bestehn, mit verticaler oder steil N fallender Schichtung, schneiden bei Prada ab an helleren Felsen, in denen man einen weissen, feldspathreichen Granit und enge damit verbundenen Gneis erkennt. Die schwarzen Gesteine sind jedoch nicht ganz verdrängt und, bevor man Riva erreicht, ist die Hauptmasse wieder ein Gemenge von Strahlsteinfels und Chloritgestein, welches der Granit in mächtigen Gängen durchzieht. Doch auf eine nicht grosse Strecke. Bei Riva und Novate ist der Granit wieder vorherrschend. Die Steinart ist vom Granit von Varallo nicht wesentlich ver-

schieden; ein kleinkörniges Gemenge von weissem Albit, krystallinischem Orthoklas und Quarz, mit nur wenig fein eingesprengtem schwarzem Glimmer und einzelnen silberweissen Glimmerblättchen. Sie wird in grossen Steinbrüchen ausgebeutet und auf dem See nach der Lombardie ausgeführt.

Etwas unterhalb Somaggio stiegen wir durch das östliche Seitentobel der Motta dei Corvi anfwärts nach der an steilem Felsabsturz klebenden Alphütte der Cresta. Die geologischen Verhältnisse sind unklar; man glaubt mächtige, zum Theil horizontale Granitgänge und Granitmassen in einer aus krystallinischen Schiefern, Gneis und Hornblendgesteinen bestehenden Grundmasse zu erkennen. Auf dem noch beträchtlich höheren, ohne Pfad durch Felsblöcke und Gestrüpp zu erklimmenden Kamme herrscht Syenit, von Granitadern durchflochten, wie oberhalb M. Jorio. Von dem schmalen Grate steil abwärts erreicht man Codéra, kühn am schroffen Felsabhange angebaut. Die Kirche steht auf einer wenig breiten Stufe von kleinkörnigem, quarzreichem Granit, und auf der Brücke, unterhalb derselben, sieht man den Thalbach in grausiger Tiefe durch eine Felsschlucht dieser Steinart sich drängen und einen der grandiosesten Wasserfälle bilden.

Durch das einsame und öde, wenig ansteigende Alpthal einwärts, zeigt sich der Fels, wo der mächtig angehäufte Gebirgsschutt ihn hervortreten lässt, als eine in einander verschlungene Masse von Granit, Gneis und Hornblendgestein; als ob die erstarrende Masse durch streifweise Dehnungen, und gewaltige Biegungen flasrig und gewunden schiefrig geworden wäre. Granit und Gneis sind jedenfalls hier ein und dasselbe Gestein, es sind Structurverschiedenheiten derselben Masse. — Bei der Alphütte von Codéra ist man ganz von Granit umgeben, und grosse Haufwerke von Blöcken zeigen die Steinart in allen Abänderungen. Der kleinkörnige weisse Granit von Novate ist immer noch häufig. Die vorherrschenden Blöcke aber bestehn aus dem ausgezeichneten Granit, den man auch von Maloja und dem Bergell her kennt: ein Gemenge von weissem Albit, grauem Quarz und vielem schwarzem, mit Hornblende ver-

wachsenem Glimmer, welches viele, oft über zwei Zoll grosse Zwillinge von Orthoklas einschliesst. Diese Zwillinge sind auf der Nordseite des Gebirges blass rosenroth, im Codérathal weiss, heben sich aber in beiden Fällen aus dem dunkeln Grnnde der schwarzen Glimmer- und Hornblendmasse prachtvoll hervor. Im Ansteigen nach der Alp Averta ist die anstehende Felsart Hornblendschiefer, aber alle Blöcke von der Höhe sind Granit mit Hornblende und grossen Orthoklaskrystallen. Dieser Granit bildet die umstehenden Gebirge, nnd bis auf den schmalen Pass, der nach S. Martino führt, bei $1^1/_2$ Stnnden von Averta, sieht man kein anderes Gestein. Die zackige Felskette, die man übersteigt, zeigt verticale, regelmässige Zerklüftung, im Streichen der Alpen, und ist ganz granitisch. Auch abwärts, durch die Alpe dell' Oro, hält dieses Gestein an, bis etwa in mittlere Höhe des Passes über S. Martino; dann folgt, mit dem porphyrartigen Granit jedoch nur Eine Masse bildend, der glimmerarme feinkörnige Granit von Novate, nnd, am Fusse des Berges, Hornblendschiefer, schiefriger Syenit, Strahlsteinschiefer, schwarzer, stark glänzender Glimmerschiefer, N unter den Granit einfallend. Diese Gesteinsfolge scheint als die normale gelten zu müssen: dunkle Schiefer, meist Hornblendgesteine, in der Tiefe, zum Theil von Granitadern durchbrochen, feinkörniger Granit in mittlerer Höhe, porphyrartiger Granit oben.

Die Umgebnng der Bäder von S. Martino könnte an Montdore erinnern, übertrifft aber die Gebirge der Auvergne an pittoreskem Effect: ein weites Circusthal, umschlossen von schroffen Granitwänden, über welchen zackige Felskämme und Schneefelder in die Höhe steigen; von allen Seiten herabstürzende Cascaden, nnd unter diesen eine, ans enger Felskluft hervorbrechend, die an malerischer Schönheit mit den berühmtesten Wasserfällen der Alpen wetteifern kann. Die enge Schlucht, die von den Bädern nach S. Martino führt, ist in Granit eingeschnitten, dessen grosse Blöcke den Fuss der Felswände bedecken. Auch der breite Thalbach- der von M. Pioda herströmt, bringt ausschliessfich diese Steinart, und bis in den tiefsten Grund des Mellothales hinein, sieht man nnr die glatten, von verticalen

Spalten und violetten Streifen durchzogenen Granitwände, wie man sie von den Bädern nnd von Codéra her kennt. Erst am Ausgang der V. di Sasso-Bisolo erreicht man die Granitgrenze. Die südliche Thalecke besteht noch aus Granit, aber hei Cattaeggio herrscht hereits Gneis, mit steilem S Fallen, daher dem Granit aufgelagert, gegen das Hauptthal zu jedoch in verticale Stellung und dann in N Fallen übergehend.

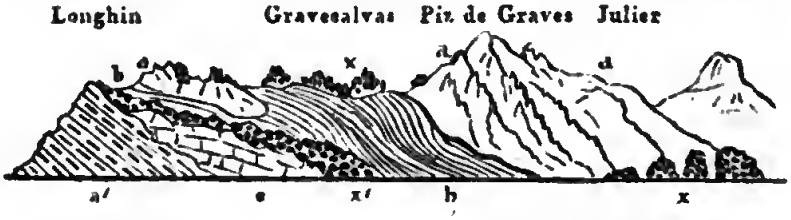
Es treten in der Gestaltung der lombardischen Seegebirge mehrere Richtungen hervor, die offenhar auch mit der Verhreitung der Felsarten in Verhindung stehn. Eine erste Richtung zieht fast genau von West nach Ost und ist bezeichnet durch die geradlinigte Depression oder Spalte, die in V Bngnanco zuerst sich zeigt, durch V. Vigezzo und Centovalli nach Locarno und Bellinzona fortstreicht, durch V. Marobbia und M. Jorio den Comersee erreicht, dann dem Veltlin folgt und sich über den niedrigen Pass von Aprica bis nach Edolo erstreckt. Eine andere Richtung streicht in N 42 O, parallel der langen Spalte des Bergell und Engadin, und etwas mehr vom Meridian ahweichend als die Becken des Lago Maggiore und Lago di Como, deren Streichen in N 30 O fällt. Eine dritte Richtung, nach N 68 O, ist angedeutet durch den Südrand des Sedimentgebirges von Biella his Mendrisio, und durch die Depression Laveno-Lugano-Porlezza. — Die Granite und Porphyre folgen, von ihrem ersten Auftreten hei Biella, bis an den See von Lugano, dieser letzten Richtung und setzen nicht weiter fort. Die Verlängernng ihres Streichens schneidet aber die West-Ost-Richtung an der Gehirgsecke von Dubino, am Ausgange des Veltlin, und in dieser Gegend treten auch anf der West-Ost-Linie, die bis dahin nnr dnrch Hornblendgesteine hezeichnet war, die schönen Granite von V. Codéra und S. Martino hervor. Von hier an werfen sich die Granite zugleich mit den Hornhlendgesteinen in zwei Richtungen, die einen folgen der Linie des Bergell und Engadin, die anderen derjenigen des Veltlin.

Auf der ersteren Linie hat sich eine Gruppe von Granit und Hornblendgesteinen in Oberengadin, in den Um-

gebungen des Julier und Albula und am Nordabfall des Bernina, entwickelt. Der schöne Codéragranit mit grossen Krystallen fehlt, das Gestein ist näher verwandt, und zum Theil identisch, mit dem grünen Granite des Arolagletschers und steht auch, wie dieser, in enger Verbindung mit Serpentin. Es ist ein *Granit* von mittlerem Korn, der zweierlei Feldspath, Quarz, Hornblende und wenig Glimmer enthält. Der Orthoklas ist weiss oder grünlich weiss, deutlich krystallinisch, der andere Feldspath, Albit oder Labrador, dicht, blassgrün bis spangrün, von schwachem Glanz, mit Orthoklas und Quarz verwachsen. In Abänderungen sind beide Feldspathe weiss; am Julier enthält ein sehr quarzreicher Granit grünen Albit und fleischrothen Orthoklas; zwischen Pontresina und Bernina sieht man eine Menge Blöcke, von den östlichen Felswänden, mit rothem Feldspath und vielem milchweissem Quarz; andere Blöcke dieser Gegend zeigen blaulich grauen dichten Feldspath, verwachsen mit glasigem Quarz, und deutlich begrenzte schwarze Glimmerblättchen.

Wie in der Codéragruppe, scheint der Granit besonders in der Höhe, in der Tiefe eher Hornblendgestein vorzuwalten. Man ist im Absteigen von der Höhe des Julier nach Silvaplana von *Granit* umgeben, bis nahe an's Seeufer; hier aber zeigt sich ein sehr zerspaltener, braunroth verwitternder *Diorit*, und, obgleich auch wieder grüner Granit anftritt, bleibt doch das dunkle Hornblendgestein, bald als zäher grünlich schwarzer *Diorit*, bald als kleinkörniger *Syenit*, mit deutlich getrennter schwarzer Hornblende und weissem Feldspath, vorherrschend in allen Hügeln des Thalbodens, über Camfer und S. Moriz, bis Celerina und Pontresina. Es scheint allerdings hier, als wären alle diese Gesteine, grüner Granit, dunkler verwachsener Diorit und deutlich krystallinischer Syenit nur Abänderungen derselben Masse, die in einander übergehn, und dass nicht etwa die einen als Gänge in einer Grundmasse der anderen betrachtet werden können. Auffallend sind, mitten zwischen diesen Steinarten, isolirte Einlagerungen von glimmerreichem *Gneis* und *Glimmerschiefer*, bei Camfér und zwischen S. Moriz und Cresta.

Auf dem hohen Kamm von Gravesalvas, der den Silsersee vom Julier trennt, sieht man den Granit des Piz de Graves sich bis in die Nähe des Septimers über dem



a Granit.
a' Glimmerschiefer.
b Graue und Grüne Schiefer.
e Kalk und Dolomit.
x Diorit und Syenit.
x' Serpentin.

Glimmerschiefer, Serpentin, Kalkstein und Schiefer der Scheidekette forterstrecken, als ein schmaler felsigter Damm, worin Granit, Syenit, Diorit und verwandte Gesteine, ganz übereinstimmend mit den Steinarten zwischen Silvaplana und Celerina, wunderbar in einander verflochten sind. Es sind diese Felsen in fortschreitender Zerstörung begriffen, an einzelnen Stellen ist der Damm bereits bis auf seine Grundlage durchbrochen, und man sieht deutlich, dass die Feldspathgesteine nicht etwa den Schiefer von unten her, als ein Dyke, durchbrochen, sondern sich, wie eine aufgesetzte Mauer, über ihn weg gelagert haben. Bestimmter als an keiner bisher betrachteten Stelle, erkennt man hier das jüngere Hervortreten des Granits, später als alle seine Nebengesteine, und seine trappartige Auflagerung auf die geschichteten Kalk- und Schieferbildungen, die auch im Contact deutliche metamorphische Einwirkung wahrnehmen lassen.

Die Hauptmasse des Granits umgibt das schluchtartige, zwischen hohen Felsmauern eingeschlossene Thal von Bevers und die Umgebungen von Pontresina. Weiter östlich verliert sich die Steinart unter den vom Albula her durchstreichenden, mächtigen Kalk- und Schiefergebirgen. Unerwartet drängt sich jedoch der Granit mit grünem Feldspath, wie man ihn am Julier siebt, noch einmal hervor, am Ausgange des Thales von Casanna nach Scanfs. Nur sehr beschränkt, in 1 bis 2 Meter dicken, gangähnlichen Massen, welche den ebenfalls nur in geringer Aus-

dehnung auftretenden rothen Sandstein, die Grundlage des Kalkgebirges durchbrechen.

In bedeutenden Massen tritt der Granit auf am südlichen Ausgange der Berninastrasse, in der Felsschlucht, die vom Poschiavosee abwärts nach Brusio und Tirano führt. Es ist dieses Vorkommen wichtig, weil es eine Fortsetzung der Codéragranite nach der westöstlichen Linie des M. Jorio andeutet. Ein Zusammenhang des Brusiogranites mit dem von Codéra scheint hervorzugehn aus Granitblöcken mit grossen Feldspathkrystallen, am Ausgang der Graben, die zwischen Tirano und Sondrio ausmünden, und von Syenit und Granit am Ausgang des Malenkerthales. Der Granit von Brusio ist jedoch sehr eigenthümlich und wesentlich vom Granite von Codéra abweichend; beinah möchte man ihn Porphyr nennen. Es ist dasselbe Gestein, das auch bei Pontresina sich zeigt: dichter blaulich grauer Feldspath, verwachsen mit glasigem Quarz, und in dieser Grundmasse glänzen schwarze Glimmerblättchen und Hornbleudkrystalle.

Von Tirano, im Hauptthale aufwärts, bis nahe vor Bolladore, bleibt man zwischen NO fallendem Glimmer- und Talkschiefer, mit untergeordnetem Chlorit- und Hornblendschiefer. Dann wird man aufmerksam auf Blöcke von Syenit, die offenbar von der südlichen Seite herstammen. Bald ist der Syenit auch anstehend, kleinkörnig, verwachsen mit grosskörnigem Gabbro, und mit ihm, wie eine mächtige Schale den Syenitkern umschliessend, findet man die schönsten Gemenge von hell- und dunkelgrünem Granat und weissem Feldspath, oder von Granat und Hornblende, mit Nestern und Adern von wasserhellem, auch wohl rosenrothem Quarz, mit grossen Blättern von silberweissem Glimmer, grauem Feldspath und Prismen oder stänglichten Aggregaten von schwarzem Turmalin. Es sind diese Gesteine besonders auf dem rechten Ufer der Adda, gegenüber Le Prese entwickelt. Dann geht, gegen die Serra zu, der Syenit nach und nach über in Granit, die Hornblende verschwindet und schwarzer Glimmer tritt an ihre Stelle; zum Theil wird der Syenit auch von Granitgängen durchzogen, und bald wird der Granit herrschend und hält an, bis die

Strasse wieder auf die linke Seite der Adda übersetzt. Jenseits der Serra findet man, in beträchtlicher Ausdehnung, Gemenge von schwarzem Glimmer, dunklem Granat und einem Pyknit ähnlichen Mineral, das excentrisch strahlige Aggregate bildet. Dann folgt Glimmerschiefer, von mächtigen Granitgängen durchsetzt, die sich darin zertheilen und verästeln, bis der Granit, ein kleinkörniges Gemenge von grauem Quarz, weissem Feldspath und schwarzem Glimmer, herrschend wird. In gerundeten Massen hält derselbe an, bis eine Meile etwa vor Bormio.

Die Granitmassen der Serra stehn in keiner deutlichen Verbindung mit den bisher angeführten, sie liegen nicht in der Richtung einer der beiden Linien, denen wir vorhin gefolgt sind. Ihre Verflechtung mit Hornblendgesteinen weist aber doch auf eine Verwandtschaft mit den Graniten von Codera und Oberengadin hin, obgleich mit diesen keine Eklogite, Turmaline und Pyknite vorkommen, und auch die Granite selbst wenig ähnlich sind.

In dem Fortstreichen der Linie der Codera- und Brusiogranite, erhebt sich dagegen eine, durch Ausdehnung, Höhe und die Schönheit ihres Gesteines ausgezeichnete Granitgruppe, östlich von Edolo, in V. Camonica, in den noch wenig bekannten, mit Gletschern und Schneefeldern bedeckten Gebirgen von Laris und M. Adamello, 3345 m. Es ist ebenfalls ein wahrer Hornblendgranit, mit weissem Feldspath, deutlich hexagonalem, stark glänzendem, schwarzem Glimmer, Quarz und vereinzelt eingemengter Hornblende. Die Gletscherbäche, welche von den Larisgebirgen her nach V. Camonica, dem Tonale und V. di Sole ausmünden, bringen keine anderen Gesteine.

Der südlicheren Granitmasse des M. Castello ist Escher etwas näher gekommen. „Das Bachbett bei Breno, in dem reichen Thale des Oglio, ist voll weisser Granitblöcke mit rabenschwarzen, hexagonalen Glimmertafeln und Hornblendkrystallen. Ein Blick auf die reinen, von Schnee und Eis erglänzenden Spitzen des M. Tredenos und M. Castello gab mir den Entschluss, das Gebirge, aus welchem diese Granite herstammen, in der Nähe kennen zu lernen. In der Umgebung der Stadt herrscht Kalksteingebirge. Am

südlichen Ende derselben erhebt sich eine aus grauem, feinkörnigem, fast dichtem Kalk bestehende Wand, längs der sich die Heerstrasse in Windungen abwärts zieht; zwischen ihr und dem etwa 30 m. tieferen Oglio steht vereinzelt ein auf seiner oberen Fläche mit Landhäusern und Weingärten geschmückter, gegen das Thal schroff und felsigt abgestürzter Kalksteinhügel. Am Auslaufe des V. di Fa, eine halbe Stunde nördlich von Breno, zeigte sich schwach S fallender, dünn geschichteter, dunkler Kalk, der eine grosse Zahl 1/2 bis 2 Zoll langer schwarzer Hornblendnadeln einschliesst, und wahrscheinlich, nach dem schwachen Aufbrausen zu schliessen, auch mit Thon- oder Kieselerde gemengt ist. Auf ihm liegt, dem Berge nach aufwärts, schwarzer, glimmeriger Schiefer, dessen Straten nach der Höhe zu sich immer steiler aufrichten, bis sie fast vertical stehn. Da dieser Schiefer in der unwegsamen Schlucht, so weit man sehn konnte, anhielt, die Granitgrenze also noch ferne sein musste, so stieg ich, am nördlichen Thalgehänge, auf die Terrasse von Desome, die im N von dem schluchtartigen Val del Re begrenzt ist. Da zeigten sich dann auch, an den höheren Felswänden, Erscheinungen von grösserem Interesse. Gänge von Granit-Syenit steigen durch die vorigen Schiefer und Kalksteine in die Höhe, der Kalkstein an der Grenze ist weiss und mit Epidot oder Idokras gemengt, die höheren Felskuppen bestehn aus Syenit, der weit nach den östlichen, von Schnee bedeckten Granitmassen fortsetzt. Die herrschende Steinart der Umgebungen bleibt jedoch immer schwarzer Schiefer und Kalkstein, sowohl gegen das östliche Gebirge zu, als dem Oglio nach aufwärts. Die Westseite des Thales ist begrenzt durch den mächtigen M. Vaccio, mit beinah nackten Wänden und Schutthalden von Kalkfels, oben in wilde Zacken und Stöcke ausgehend, mit seinem N Fuss auf rothem Quarzconglomerat, oder Verrucano, stehend, das nun auch auf der Ostseite, zwischen Nadro und Cimhergo, in sanft gewölbten Rundhöckern, die unteren Gehänge bildet. Bei der Schlossruine Cimhergo und um Paspardo herum herrscht graulich brauner oder auch schwarzer Schiefer, der zu Dachplatten gebrochen wird. Er fällt mit nicht starkem

Winkel nach W und muss wohl dem rothen Conglomerat aufgesetzt sein, wie der petrographisch ihm entsprechende *Servino* in V. Trompia, oder in der nahen V. di Scalve."

„Von Paspardo aus umging ich den äusseren Abhang des M. Colombe, den NW Ausläufer des M. Tredenos, um nach dem Lago d'Arno zu gelangen; anfangs durch sorgfältig gehaltene Getreidefelder und dazwischen liegende Kastanienwaldung, weiterhin, auf schlecht gebahntem Wege, durch niedriges Gehölz und Heidekraut. Bis etwa 100 m. oberhalb Paspardo herrscht noch das schwarze, thonschieferartige Gestein; dann tritt, mit 40° bis 60° W Fallen, Quarzconglomerat hervor, fein körnig, sehr fest, meist roth, zum Theil weiss oder grün, und bald erscheint auch quarzreicher, vorherrschend grüner Glimmerschiefer, mit 40° W fallend, um den ganzen Abhang des M. Colombe herum anhaltend. In der Höhe liegt auf dem Glimmerschiefer fortwährend rothes Conglomerat, und viele Blöcke dieser Steinart sind auf den unteren Gehängen zerstreut. Eine Viertelstunde, bevor ich den See erreichte, sah ich in einem Seitentobel ebenfalls Glimmerschiefer anstehend; zugleich fanden sich viele Blöcke von weissem Marmor, deren Stammort in der Nähe liegen muss, mir aber durch den, in geringer Höhe über mir Alles bedeckenden Nebel entzogen wurde. Im Glimmerschiefer zeigen sich hier häufige Gänge von Syenit. Gegen den See hin folgt dann ein bei 100 m. breiter, auch am Ostufer des Seeauslaufes, in der Richtung h. 7, fortsetzender Streifen höchst eigenthümlicher Gesteine, die zum Theil in hohem Grade an die Silicatbildungen der Sommablöcke, im Tufe von Neapel, oder an die Contacterscheinungen von Monzoni, erinnern. Es sind graue, feinkörnige, beinah sandige Gemenge locker verbundener, mikroskopischer weisser Feldspath- und schwarzer Hornblende- oder Glimmer-Krystalle, worin grüne Streifen anderer Krystallgemenge, wahrscheinlich Strahlstein enthaltend, und Drusen oder Nester von feinschuppigem schwarzem Glimmer vorkommen. Man wird geneigt zu glauben, die Fortsetzung des Marmorstreifens habe zur Entstehung dieser mannigfaltigen Gesteine Veranlassung gegeben. Sie verfolgend, erreichte ich das West-

ufer des Arnosee's, und an diesem endlich anstehenden Granit. Es ist ein ziemlich kleinkörniges Gemenge von weissem Feldspath, Quarz und schwarzem Glimmer, beinah frei von Hornblende, und auch der Glimmer nicht so deutlich hexagonal, wie früher in den Blöcken. Der See ist rings umgeben von Felsen und Schutthalden, auf denen nur spärliches Gras und Gebüsch fortkommt; der Anblick der höheren Gehänge, so wie der Gipfel und Gletscher des M. del Castello, war mir durch den Nebel verhüllt. Längs dem Südufer steigen Granitwände in die Höhe, stets mit wenig oder ohne Hornblende; am Nordufer aber herrscht ein schwärzliches Gestein, das wie veränderter Thonschiefer aussieht, und ehe man noch den Auslauf der V. Saviore erreicht, steht man wieder auf Glimmerschiefer. Die Hornblendgranite der Gruppe des Adamello scheinen daher etwas verschieden von den Graniten und Syeniten des M. Castello, und vielleicht sind auch beide Gruppen getrennt durch die Schieferzone der V. Saviore und des nördlichen Seeufers. Der Glimmerschiefer fällt mit 70° bis 80° nach S 20 W. Seine Oberfläche zeigt häufig grossbauchige Formen und breite oder schmale, ungefähr parallel laufende Furchen, die man wohl bis 20 m. weit verfolgen kann. Dieselben sind Thal abwärts geneigt, aber viel sanfter, als das jetzige Bachbett, und sie sind, wie die Rundhöcker, wohl ohne Zweifel als Gletschererosionen zu betrachten. Auch Porphyr findet sich in dieser merkwürdigen Gegend. Etwa eine halbe Stunde unter dem See zeigt sich mitten im Glimmerschiefer eine bei 6 m. mächtige gangartige Masse von grünlich grauem Porphyr, in dessen dichter Grundmasse man deutlich Feldspath, auch wohl Hornblende und hexagonale Quarzkörner erkennt. Die Steinart ist in scharfkantige, unregelmässig prismatische Stücke zerspalten.“

III. Hornblendgesteine.

Es können auf unseren Karten nur grössere und selbständiger auftretende Massen von Hornblendgesteinen bezeichnet werden. Die dem grünen Schiefer angehörenden Strahlstein- und Hornblendschiefer, die in geringeren Partie'n oder unklar entwickelten, oft mit dem Serpentin enge verbundenen Amphibolithe und Diorite, kleinere, dem Gneis und Glimmerschiefer untergeordnete Hornblendstreifen, die mit dem Granit verwachsenen Syenite, müssen mit den ihnen zunächst stehenden Steinarten vereinigt bleiben.

So wenig es indess unsere Meinung sein kann, durch ein Hervorheben der grösseren Hornblendmassen eine Formationsverschiedenheit zwischen ihnen und jenen kleineren, untergeordneten, anderen Bildungen andeuten zu wollen, eben so wenig wollen wir behaupten, dass alle, ihrer mineralogischen Natur wegen mit derselben Farbe bezeichneten Massen auch als geologisch identische zu betrachten seien.

An vielen Stellen liegt es nahe, den Ursprung der Hornblende durch Metamorphose zu erklären: die Tremolithe im Dolomit von Campolongo, die schönen Hornblenden und Strahlsteine, welche oberhalb Airolo, oder auf Dever, den Marmor und Dolomit begleiten, die innige Verbindung der Strahlsteinschiefer mit Cipollin bei Evolena, Zermatt und an anderen Orten, deutet auf eine nicht nur zufällige Verbindung zwischen den Kalkerde oder Talkerde enthaltenden Gesteinen und Hornblendgesteinen. Ein grosser Theil der letzteren gehört überdiess offenbar, zugleich mit dem Serpentin, der wichtigen Formation der Grünen Schiefer an, deren metamorphische Entstehung kaum in Zweifel gezogen werden wird.

Am Südrande und inneren Abfall der piemontesisch-schweizerischen Alpen treten die Hornblendgesteine in den grössten Massen auf. Wir haben diese Zone dunkler Steinarten schon bei Turin als Serpentin kennen gelernt, und später, in den Syenithügeln von Ivrea und Graglia, bis nach Biella verfolgt. — Das über Graglia ansteigende, meist in alte Kastanienwaldung gehüllte Gebirge ist, wie

eine geheiligte Hindugegend, dicht besetzt mit Sanctuarien, Oratorien und Wallfahrtorten, und die dazu führenden Kunststrassen gewähren den besten, beinah einzigen Aufschluss über die geologische Structur des Bodens. Die schöne Strasse nach der Madonna d'Oropa hat bis Favero, auf ungefähr halber Höhe zwischen Biella und der Madonna, nur *Syenit* entblösst, Sogleich über dem Dorfe folgt ein Streifen von *Talkschiefer;* dann tritt *Serpentin* hervor, in sehr zerspaltenen, zum Theil mit frischen Trümmern bedeckten Felsen. Eine bei 10 m. mächtige Abänderung, pechschwarz, mit spiegelnden Ablosnngen, wird im Dorfe als Töpfstein verarbeitet. An den Serpentin grenzt, kaum 1 m. mächtig, verticaler Glimmerschiefer, nnd nun erscheint *Melaphyr*, oder schwarzer, quarzloser Feldspathporphyr, mehrere hundert Schritt anhaltend, als das erste Auftauchen dieser, weiter ostwärts mächtiger entwickelten Porphyrbildung. Ein Serpentinstreifen begrenzt den Melaphyr auch auf der anderen Seite und trennt ihn von dem nun vorherrschend auftretenden, nur zuweilen mit Einlagerungen von *Hornblendschiefer* und *Eklogit* abwechselnden, quarzreichen *Glimmerschiefer*, welcher, grossblättrig, stark glänzend, weiss, gelh, roth, anhält bis in den hoch gelegenen Gebirgskessel, der die reichen Wallfahrtgebäude umschliesst. — Die enge Verbindung, in welcher hier Syenit, Serpentin und Melaphyr sich zeigen, mag wohl den Gedanken erregen, dass die Entstehung dieser Steinarten in irgend einem gegenseitigen Zusammenhange stehe.

Das angrenzende Thal des Cervo ist in seinem mitleren Theile, bis nahe vor Piè di Cavallo, ganz von Syenitgehirgen umschlossen. Es sind wundervoll schöne Gesteine, die nun in zahlreichen Brüchen zum Bau der piemontesischen Eisenhahnen gewonnen werden: klein- und grosskörnige Gemenge von krystallinischem weissem und hlass violettem Feldspath, der letztere meist in langgestreckten Zwillingen, schwarzer Hornblende und einzelnen schwarzen Glimmerblättchen. Würde auch Quarz sich einmengen und die Hornblende mehr znrücktreten, so wäre die Steinart kaum wesentlich von dem Granit von Codéra verschieden.

Uebersteigt man von Andorno aus die Höhe von Pettinengo, wo das Auge den reichen Garten von Piemont bis an das ferne südliche Gebirge beherrscht, so findet man an den nicht häufigen Entblössungen des Bodens, nebst einem stark glänzenden Glimmerschiefer und granitischen Steinarten, stets Hornblendgesteine, *Syenit* oder einen verwachsen kleinkörnigen *Diorit*, meist zerfallen und verwittert; und erst in dem tief eingeschnittenen Thale unterhalb Mosso ist der Granit herrschende Steinart. Erhebt man sich nun nach der hohen Gebirgsstufe von Mosso und Trivero, so weicht der Granit wieder dem Syenit; von den nördlichen Felskämmen rollen nur diese dunkeln Steinarten herab, die Sessera, die man bei dem industriellen Cóggiola überschreitet, führt vorherrschend Blöcke und Gerölle von *Syenit*. In meist zersetzten Euritgängen, die vielleicht aus dem beinah überall verdeckten Granit in den Syenit aufsteigen, kommen oberhalb Trivero die bekannten grauen Prismen von *Korund* vor. — Von Postua, wo auf der Grenze des Granits und Syenits, wie in der Gegend von Biella, Nester von weissem und röthlichem Marmor mit Pyroxenkrystallen, oder *Calciphyr*, auftreten, aufwärts durch die wilde Felsschlucht des Stronellathales, auf den schmalen Grat, der diese Thäler von dem der Sesia scheidet, und hinunter nach Scopello, sieht man kein anderes Gestein als Syenit. — In so ausgezeichneten Abänderungen, wie im Thale des Cervo, findet man aber denselben nicht mehr; der Feldspath und die Hornblende sind inniger verwachsen, die krystallinische Structur ist weniger entwickelt, und öfters möchte man den Stein eher *Diorit* heissen. — Granit kömmt gar nicht mehr vor.

Wenn man von Varallo in das enge, canalartig sich zwischen schroffen Gebirgen durchschlängelnde Thal von Mostalone eindringt, in gut gebauten Dörfern bewohnt von einem Menschenschlage, der durch körperliche Schönheit sich vortheilhaft neben den Bewohnern anderer Thäler dieser Gebirge auszeichnet, so erreicht man die Granitgrenze in der Gegend von Sabbia. Eine scharfe Trennung des Granits vom Syenit ist jedoch nicht zu erkennen. Noch ehe man den Granit verlassen hat, enthält derselbe

häufig eingemengte Hornblende, und der Syenit ist anfangs öfters noch mit Quarz gemengt; auch der schwarze Glimmer ist beiden Gesteinen gemein. Oberhalb Cravagliana, wo die Kunststrasse, um beinah horizontal dem Thalstrome zu folgen, in die fast lothrecht neben ihm aufsteigenden Felswände eingesprengt werden musste, mengt sich der Syenit auch mit derbem rothem Granat, und es entstehn schöne Gesteine aus Granat und weissem, mit Quarz gemengtem, Feldspath, worin die Hornblende, wenig entwickelt, mit dem Granat verwachsen ist. Gewöhnlicher Syenit bildet jedoch weit vorherrschend die Gebirge bis in die Nähe von Fabello. Von hier an treten auch schiefrige Gesteine auf, Hornblendschiefer, oft zu schwarzen, sehr zähen Gesteinen verwachsen, Talkschiefer und Gneise, erst flach, nach der Höhe zu immer steiler N fallend. Aber der Syenit erscheint immer wieder, und erst ganz in der Höhe, bevor man über die letzte felsigte Stufe die Alpen von Baranco erreicht, bleibt er gegen den nun herrschend gewordenen, steil N fallenden Gneis zurück.

Das etwas einförmige Gebirge, das von Domo bis Vogogna die östliche Thalwand des schönen Ossolathales bildet, ändert bei der Thalwendung unterhalb Vogogna seinen Charakter; der Absturz wird plötzlich schroff und felsigt, der Gebirgskamm auffallend zackigt. Man irrt nicht, wenn man aus dem Wechsel der Formen auch auf einen Wechsel der Steinart schliesst. Die vielen Steinbrüche auf Gneistafeln und Weinpfeiler sind verschwunden, und alle Trümmer am Fuss dieser Felsen sind Hornblendschiefer, Syenit und Eklogit. Bei Cugiago ist ein schiefriger Syenit an der Strasse anstehend, vertical, wie früher der Gneis, nach h. 6 streichend. Die Gebirgsformen der rechten Thalseite deuten auf ähnliche Steinarten, bei Pieve, ehe man Ornavasso erreicht, findet man wirklich den Syenit anstehend, und bis Ornavasso bestehn alle Trümmer aus Hornblendgesteinen. Der Marmor der Candoglia grenzt fast unmittelbar an diese Hornblenden, und unter den Herabrollungen kommen auch Syenite vor; das ihn zunächst umgebende Gestein jedoch ist Glimmerschiefer, worin nur untergeordnet auch Hornblendschiefer vorkommt.

Dass der Hornblendstreifen des Ossolathales gegen Osten hin fortsetze, lernt man aus den vielen Trümmern von öfters Granat führenden Hornblendgesteinen, die bei Intra in allen Manern vorkommen. Im tieferen Theile der nach Intra ausmündenden Thäler, vom Anslauf der Toce über Cavandone und Unchio bis Intragna, herrscht jedoch Glimmerschiefer, steil nach S 20 O fallend, und die Hornblendgesteine müssen in den höheren nördlicheren Gebirgen durchsetzen. Um dieselben aufzusuchen, stieg ich von Cannobbio aufwärts nach dem Joche von Finero, das nach V. Vigezzo führt. Auch in diesem Thale tritt der Fels indess nur selten bervor; die erst nach meinem Besuch ausgeführte Kunststrasse wird ihn nun mehr entblösst haben. Das ganze Gebirgsland, das im M. Gridone bis zu 2195 m. ansteigt, trägt italienischen Charakter. Eine kaum unterbrochene Decke von niedrigem Wald nnd Gebüsch bedeckt die Abhänge bis auf die scharf gezeichneten oder gerundeten Rücken, der Thalbach fliesst in tiefer Spalte, meist durch Gesträuch verborgen, auf flacheren Stellen des Abhangs glänzen aus dichten Gruppen von Kastanien die weissen Mauern der Dörfer. Man fühlt sich ausserhalb der Alpenwelt und wird an die *Boschi* erinnert, welche das Hügelland der toscanischen Maremmen oder die Abhänge des Apennin bekleiden. Die Strasse über Cavaglio und Spoccia steigt bald bedeutend an nnd führt durch Glimmerschiefer, der vertical steht, oder zwischen N und S Fallen schwankt. Eine Einlagerung von Hornblendschiefer, eine Stunde oberhalb Cavaglio, ist von geringer Bedeutung. Erst oberhalb Cursolo tritt der Fels häufiger hervor, der Weg windet sich an einem schroffen Absturz in die Höhe, auch der Thalbach braust in felsigtem Bette. Diese Felsen aber sind vorherrschend Hornblendschiefer, und bis nahe an Finero sieht man kaum eine andere Steinart. An dem nicht mehr hohen Felsriff, das hinter Finero die Wasserscheide bildet, bricht ein zähes, seladongrünes Gestein, v. d. L. unschmelzbar, einem stark verwachsenen Gabbro, oder dichtem Saussurit ähnlich, das indess enge mit dem Hornblendschiefer verbunden scheint. Der Nordabfall dieses Felsriffs ist weithin mit rothbraun verwitternden

Trümmerhalden bedeckt. Bald jenseits der Wasserscheide steht man an der Grenze dieser Steinarten, nnd nach Ré oder Malesco hinunter herrscht der Gneis von Vogogna und V. Maggia. Auch die mächtigen, vertical aufsteigenden Felstafeln des M. Gridone scheinen diesem Gneis anzugehören.

Längs dem Südabfall des Gridone lässt sich aber dieser Hornblendstreifen noch weit nach Osten hin verfolgen. In der Höhe über Spoccia sah ich rothbraune Trümmerhalden, die wohl nur von einer Fortsetzung des Gesteins des Fineropasses herstammen können. Die niedrigen bewaldeten Hügel, welche zwischen Losone und dem See sich gegen den Ausfluss der Maggia erstrecken, bestehen grossentheils aus Hornblendschiefer, mit welchem, bei Ascona, auch Kalkstein verbunden ist; und längs der Strasse von Locarno nach Bellinzona kann man sich, theils ans den Herabrollungen, theils am Fels selbst von der kaum unterbrochenen Fortsetzung der Hornblende bis an die Thalecke der Tessinbrücke überzeugen.

Am Eingang der Val Verzasca herrscht der gewöhnliche Gneis der Tessiner-Alpen, steil N fallend, sowohl an der engen Schlncht, durch welche die Verzasca ausströmt, als auf der Höhe der schönen Strasse, die in den letzten Jahren auch dieses, früher abgeschlossene, wilde Thal dem Verkehr eröffnet hat. Noch immer im Ansteigen der Strasse, findet man weissen nnd grauen *Marmor*, als eine bei 20 m. mächtige Einlagerung im Gneis, und bald nachher wellenförmig abwechselnde Straten von Hornblende und weissem Feldspath, die sich um Knauer von Hornblendfels herumbiegen. Noch ferner wechseln Hornblendschiefer mit Gneis und Glimmerschiefer. Das Thal bleibt schluchtartig, und noch engere Spalten greifen tief in die schroffen Seitengebirge ein; erst in der Nähe von Vogorno kann die links über dem Strom in den Fels eingesprengte Strasse sich wieder dem Thalboden zu senken. Zwischen Vogorno und Lavertezza geht die steil N gerichtete oder oft verticale Stratification in S Fallen über; aber die Einlagernngen von Hornblende dauern fort bis nach Lavertezza. — Zwischen dem Ausgange des Thales und dem Tessin sieht

man bei der Tessinbrücke den Hornblendschiefer als eine bei 20 m. mächtige Einlagernng in dem steil nach N 25 W fallenden Gneis.

Oestlich von Bellinzona gewinnen diese Gesteine bald eine weit grössere Mächtigkeit und Mannigfaltigkeit; sie sind zum Theil als schöne Syenite entwickelt, und auch Serpentine und Hornblendgranite sind enge damit verflochten. — Der untere Theil des V. Marobbia zwar zeigt an den wenigen Stellen, wo die Weinlauben, Nussbäume und Kastaniengruppen den Fels zu sehn gestatten, verticalen Glimmerschiefer und Gneis mit grossen Feldspathkrystallen. Doch enthält bereits dieser Gneis auch Hornblende, und bei Carena wird diese Beimengung so überwiegend, dass die Steinart als ein Syenit zu betrachten ist, ohne dass jedoch eine scharfe Grenze zwischen Syenit und Gneis zu ziehen wäre. Carena steht auf diesem Syenit. Das bis dahin offene und, obgleich es ziemlich stark ansteigt, doch schön angebaute Thal, wird nun schluchtartig; an der Nordseite sieht man alte Grnben auf Eisenerze; dann erreicht man die Höhe der kesselförmigen Alp Vallette, und steigt nun ziemlich jäh nach dem schmalen, aber ganz mit Weideboden bedeckten Joche, 2137 m., auf dem die Kapelle S. Jorio steht.

Die vorliegenden Ausläufer des Gebirges, welche die Aussicht auf den Comersee hemmen, und der 2839 m. hohe Camoghé selbst, sind bis auf den oberen, meist scharfen Rücken mit reicher Weide bedeckt. Ein höherer schroffer Kamm scheidet den Pass und die ausgedehnten Weidegehänge von dem nördlich nach Roveredo abfallenden Alpthale Traversegna. Dieser Kamm besteht vorherrschend aus Hornblendgesteinen, denen aber auch hier wieder Kalksteinmassen sich anschliessen, die man vielleicht als die Fortsetzung der Kalksteine von Ascona und Verzasca betrachten darf. Schon ausserhalb Carena sieht man in einiger Höhe an der Nordseite Rauchwacke, als eine bei 20 m. mächtige Einlagernng in einem steil N fallenden grünen Schiefer, der sich zum Theil als ein deutlicher Hornblendschiefer, zum Theil als dichter, dem Schalstein oder dem Grünen Schiefer der Walliser Alpen ähnlicher Schiefer zeigt; auch

wohl Quarzknauer und Schwefelkies einschliesst. Die Rauchwacke, und mit ihr auch Kalksteine, halten an bis auf die Höhe des Passes, wo im Liegenden derselben ein fein und verwachsen blättriger Glimmerschiefer zu Tage geht. Ueber dem Kalk liegt der grüne Schiefer, und aus noch grösserer Höhe fallen Blöcke eines ausgezeichneten porphyrartigen Syenits, der öfters von Enritgängen durchzogen ist.

Man findet diesen *Syenit*, immer gneisähnlich, mit schwarzem Glimmer und Anlage zum Schiefrigen, aber meist ohne Quarz, als herrschende Steinart, mit 50° nach N 20 W fallend, auf der Höhe des nördlichen Kammes, wo die Pässe oder Bocchette dei Signori und d'Ajano aus den Jorioalpen nach Traversegna führen. In der Nähe des Ajanopasses, östlich von dem kleinen See der Rossalp, steigt aus diesem *Hornblendgestein* ein rothbrauner Gipfel, La Gana Rossa auf, dessen Gestein man als einen mit Diallag verwachsenen *Serpentin* erkennt. Noch mehr östlich scheinen wieder Syenitgneise zu herrschen. Von der B. dei Signori führt eine jetzt meist überwachsene schmale Kunststrasse nach Roveredo; vielleicht aus der Zeit her, als sich noch Tessin der Fortsetzung der S. Bernardinstrasse entgegensetzte. In dem wilden und tiefer abwärts stark bewaldeten Thale sollen nicht selten Bären vorkommen. Die Strasse windet sich von dem wohl 2500 m. hohen Felskamm abwärts nach der Alp Albiolasca. Der schiefrige *Syenit* ist in grosser Ausdehnung entblösst und nackt, oft grosskörnig, mit stark glänzenden grossen Hornblendpartie'n, oder porphyrartig, mit mehrere Linien grossen, aber unklar begrenzten weissen Feldspathkrystallen, oft auch netzartig durchzogen von grosskörnigen Granitadern mit silberweissem Glimmer. Ehe man die Alphütte erreicht, stösst man wieder auf *Serpentin*, der besonders auf der linken Thalseite felsigte Abstürze bildet und quer durch den Alpboden durchstreicht. Dann folgt Gneis, der nie anhaltend frei von beigemengter Hornblende zu sein scheint, aber doch Quarz enthält und nur durch die Hornblendtheile sich von gewöhnlichem Gneis unterscheidet. Eine halbe Stunde etwa oberhalb der Madonna streicht ein sehr zäher *weisser Marmor* durch's Thal, bei 100 Schritt anhaltend, und wie

der Gneis, vertical, oder steil nach N 20 W fallend. Tiefer abwärts folgt verticaler *Hornblendschiefer* und am Fuss des Gebirges Glimmerschiefer.

Mit Unterbrechnngen erstrecken sich die Syenite nnd Syenitgneise gegen Osten bis an die breite Thalspalte der Ebene von Chiavenna und des L. di Mezola. Man findet oberhalb Gravedona, wenn man bei der Hauptkirche vorbei nach Domaso geht, steil N fallenden Glimmerschiefer, und anch im Bache, der bei Domaso ausläuft, ist Glimmerschiefer anstehend. Die Geschiebe des Baches aber bestehn zum Theil aus Gneis mit eingesprengtem Sphen nnd aus Kalkstein. Eine halbe Stunde nördlich von Domaso treten Felsen von sehr zerspaltenem Dolomit, mehrere hundert Schritt anhaltend, an's Seeufer. Dann folgt wieder N fallender Glimmerschiefer, und jenseits Gera gneisartiger *Syenit*, in schroffen Felswänden, die bis in die Mitte des L. di Mezzola fortsetzen, wo sie an verticalen kleinflasrigen Gneis grenzen.

Es krenzt sich in dieser Gegend die bisher dem Hanptstreichen der Alpen folgende Hornblendlinie mit der dem Comersee nnd dem Engadin folgenden Spalte. In der östlichen Fortsetzung der früheren Linie liegen die Serpentine des M. della Disgrazia und des Malencothales, nnd an ihrem Südrande bricht, wie wir es von Piemont her gefunden baben, Kalkstein. Im Kreuzungspunkte dieser Linie mit der langen Spalte des Engadins wird das Hornblendgestein beinah verdrängt dnrch den ausgezeichneten Granit von Codéra und S. Martino, und auch in Oberengadin sind eigenthümliche Granite zur herrschenden Steinart geworden. Mit diesen Graniten sind aber stets anch Hornblendgesteine so enge verflochten, dass man an vielen Stellen die Felsart mit gleichem Rechte durch grüne wie durch rothe Farbe hat bezeichnen können. Der Granit scheint gangartig durch die Hornblendschiefer aufgestiegen zu sein, kleinere nnd grössere Massen dieses Gesteins umschlossen und sich, bei mächtigerem Andrang, in grossen Massen über demselben ausgebreitet zu haben. Auf ähnliche Weise bedeckt auf Elba der Granit des M. Capanne

die Hornblendgesteine und den Gabbro rosso, die am Meeresufer vielfach von Granitgängen durchsetzt werden.

Gegen Chiavenna zu und in der Umgebung dieser Stadt treten jedoch die grünen Gesteine wieder allein hervor, als ein schwer zu entwirrendes Gemenge von *Chloritschiefer*, *Lavezstein*, *Strahlsteinfels* und *Hornblendgestein*. Aus diesen und verwandten Steinarten besteht das Gebirge, das sich südlich von Chiavenna, wie auf einander gethürmte Blöcke, schroff, obgleich meist überwachsen, erhebt, und am Fuss der nördlicheren Gebirge sieht man dieselben grünen Steinarten nördlich unter den Gneis einfallen.

Die Verbindung des Juliergranits mit den Hornblendgesteinen des Ober-Engadins ist von gleicher Art, wie in den Gebirgen längs dem Piano di Chiavenna. Von Silvaplana bis Celerina wird die Hornblende im Thalgrund überwiegend, obgleich auch hier immer noch Granitmassen damit verwachsen sind, die gegen Bevers und Pontresina wieder allein herrschend auftreten. Hat man aber die verwickelten Verhältnisse des Ober-Engadins hinter sich gelassen, und auch den Ring von Kalk- und Schiefergebirgen, der die Centralmasse des Selvretta umziebt, durchzogen, so findet man bald nach Puntauta die Hornblendschiefer in einer Ausdehnung herrschend, als ob sie den sonst in den Centralmassen heimischen Glimmerschiefer und Gneis ganz verdrängen sollten. Granit taucht aber nur an einer einzigen Stelle und sehr beschränkt, am Ausgang von Casanna, hervor. Von Zernez, in dem finsteren, beinah ganz bewaldeten Thale des Spöls, Stunden weit einwärts, oder längs dem Inn bis nahe an Ardez, sieht man kaum eine andere Steinart, als diese Hornblendschiefer. Der Glimmerschiefer ist stets untergeordnet und nie länger anhaltend. Das Fallen dieser Schiefer ist bald nördlich, bald südlich, häufig stehn sie vertical, das Streichen folgt ungefähr der Richtung des Comersees h. 3 oder N 25 O, doch sind Abweichungen und öfters wechselnde Streichungslinien nicht selten.

Von Ardez scheint die Grenze der Hornblend- und Glimmerschiefer gegen den anstossenden Schiefer und Kalk, quer über die Wasserscheide, durch V. Tasna ins

Fimberthal überzusetzen. Auf der Höhe des Fimberjoches, das von der Chögliasalp, im Hintergrund von V. Ramosch, in's Fimberthal führt, sieht man sich ganz von Kalkschiefer umgeben, und das Gebirge, welches Ramosch und Samnaun von Fimber trennt, besteht meist aus diesem Gesteine. In den Felsgräten aber, die den Fimbergletscher umgeben, glaubt man Hornblendschiefer zu erkennen, und wenn man in's Thal niedersteigt, so findet man schon bei der Alphütte, besonders aber in dem Trümmerfeld, das jenseits des Baches sich bis an den Fuss der schroffen und felsigten linken Thalwand ausbreitet, kaum eine andere Steinart. Das Thalwasser scheidet die beiden Formationen; die Hornblende setzt an einzelnen Stellen auf das rechte Ufer über, niemals der Schiefer und der Kalkstein auf das linke. Das Fallen ist in beiden Bildungen gegen W gerichtet, so dass der Kalkschiefer unter die krystallinischen Schiefer einzuschiessen scheint; die wirkliche Anflagerung habe ich jedoch nicht beobachtet. Den Trümmern von Hornblendgesteinen mengen sich, Thal auswärts, auch viele Blöcke von Glimmerschiefer mit nussgrossen Granaten bei, eine Steinart gleich derjenigen in V. Canaria oder oberhalb Dalpe am Gotthard. Bis eine halbe Stunde vor Ischgl herrschen auf der linken Thalseite diese Hornblend- und Glimmerschiefer, auf der rechten die Kalkschiefer, das Thal trägt einen einförmigen, canalartigen Charakter; der Thalboden ist meist flach, zum Theil morastig, die linke Thalseite felsigt abgestürzt, die rechte sanfter ansteigend und meist mit Weide bedeckt. Gegen den Ausgang hin ändert sich mit der Steinart auch die Gestaltung. Unter dem Hornblendschiefer der linken Seite taucht hier ein schöner Gneis mit grossen Krystallen auf, gegen S 35 O einfallend. Auf der rechten Seite ist schon vorher der Kalkschiefer einem mächtigen, nackten, wild zerborstenen Dolomitgebirge in der Nähe des Bürkelkopfs gewichen. — Die Hornblendschiefer sind jedoch in diesen nördlicheren Gebirgen nicht ganz verschwunden, weder in Paznaun noch in Montafun. Ihre dunkeln Trümmer sind in dem schmalen, gleichförmigen Paznaunthale vorherrschend unter den Herabrollungen der Nordseite, von Ischgl

bis über Matban hinaus, nnd erst bei Galthür erbält Gneis die Oberhand. Während des sanften Ansteigens durcb schönes Weideland nach dem wenig hohen Pass Zeynes, und auf der stundenlangen Hochebene der Passhöhe, auf der man ohne kundigen Führer im Moraste stecken zu bleiben Gefahr läuft, sieht man kein Gestein; am schroffen Abfall nach dem kesselartigen flachen Hintergrund von Montafun, ist Gneis anstehend, steil, wie alle umstehenden Gebirge, nach N 38 O fallend; aber, ehe man noch in der Thalebene Patténen erreicht, wird derselbe schon wieder durch Hornblendschiefer verdrängt, und diese Steinart scheint hier die vorherrscbende. Von ihrer Verbreitnng, auch weiter auswärts, zeugen die vielen Trümmer bei S. Gallenkirch, und selbst noch ausserhalb Schrnns.

Das Verfolgen des südlichsten Zuges von Hornblendgesteinen hat uns von Turin nnd Ivrea bis in das Gebiet der Ostalpen fortgeführt, und gewiss verdiente diese lange Zone dnnkler Steinarten, die, mit geringer Unterbrechung, nach beiden Seiten über das Gebiet der Schweizergebirge hinausgreift, sich mehrfach mit anderen Gesteinszonen kreuzt nnd vom inneren Rande der Mittelzone, schief über die Wasserscheide des Systemes, bis an den Nordrand fortsetzt, unsere Aufmerksamkeit in vorzüglichem Grade. Sie bestätigt auf schlagende Weise die Unabbängigkeit der äusseren Gestaltung von der Vertheilung der Steinarten, auf die wir schon so oft bingewiesen worden sind. — Die übrigen Gruppen nnd Zonen der Hornblende sind im Verhältniss zu der vorigen, von geringerer Bedeutnng.

Auf der Westseite der Glimmerschiefergebirge des Thales der Dora-Baltea kennt man seit älterer Zeit die schönen Gesteine von M. Jovet, wo auf beschränktem Ranme, besser vielleicht, als irgendwo, sich der enge Zusammenhang der Hornblendgesteine mit Serpentin, Chloritschiefer, Hemithren, Eklogit und allen Abänderungen des Grünen Schiefers beobachten lässt. Ein angenehmer Fnsspfad, der von Challant aus, längs einer der sorgfältig unterbaltenen Wasserleitungen dieser Gebirge, bis M. Jovet führt, ist zn diesem Zwecke besonders zn empfehlen. Das vorherrschende Mineral dieser oft wechselnden Steinarten

ist Hornblende, bald schwarz und grossstrahlig, gemengt mit Kalkspath, Quarz, Glimmer, derbem Granat, bald grün, als grossstrahliger, oder zartfasriger, mit Glimmer oder Chlorit verwachsener Strahlstein. Diesen Gesteinen sind Chloritschiefer, Strahlsteinschiefer, Glimmerschiefer untergeordnet, oft mit Kalkspath gemengt. Bei Orbiglia, W von Challant, ist eine grössere Masse von weissem, theilweise auch grünem Marmor entblösst. In den Trümmerhaufen findet man Serpentin, und, nach Sismonda, bildet derselbe, mit den Hornblendgesteinen verwachsen, grössere Partie'n. — Die Stratification oder Schieferung ist veränderlich. Saussure fand, im Thale der Dora, vorherrschendes N und NW Fallen; in der Nähe von Challant dagegen herrscht SO Fallen, und die Hornblendgesteine scheinen dem Gneis von Brusson an- oder aufgelagert.

Mit dem ersten Auftauchen der Walliser Centralmasse, in Val Pellina, verbindet sich eine Gruppe von Hornblendgesteinen, die anfangs die volle Bedeutung der südlichen Zone gewinnen zu wollen scheint. Die ersten Spuren derselben zeigen sich vielleicht schon im Hauptthale, in den dunkelgrünen Schiefern, die bei Livrogne hervortreten. Deutlich entwickelte Hornblende erscheint jedoch erst an der Ecke, wo die Thäler von Ollomont und Bionnaz sich scheiden. Wir haben des hier auftretenden *Syenits*, seiner Verbindung mit *Eklogit*, der ihn durchsetzenden *Granitgänge*, der eingeschlossenen Nester von weissem *Marmor* bereits S. 210 gedacht. Es verbreiten sich diese Gesteine auch weit aufwärts an der südlichen Thalseite. Wenn man, eine kleine Stunde östlich von Bionnaz, über den Buttier setzt, um über den rauhen und selten besuchten Col de la Montagnaye nach N. D. de la Neige und S. Barthelémy zu gelangen, so bleibt man bis auf den Kamm umgeben von Hornblendgesteinen, meist rothbraun verwitternden Hornblendschiefern, die auf alle Weise mit mächtigen Kalksteinmassen und glänzendem, dunkelbraunem Glimmerschiefer verwachsen sind und, wie diese, nicht selten Granat führen. Auf dem, nach beiden Seiten schroff abfallenden, schmalen Kamm lehnen sich an diese Gesteine

die Grauen und Grünen Schiefer des Barthelémythales, im Contact mit stark gequetschter, zikzakförmiger Schieferung.

Ob diese Syenite und Hornblendschiefer in den Gebirgsknoten der Dent de Rong und des Matterhorns fortsetzen, ist nicht bekannt. Die Trümmerhalden und Gandecken, sowohl im Hintergrund der Val Tournanche, als bei Zermatt, lassen es nicht erwarten; es sei denn, dass man die in dieser Gegend vorkommenden Serpentin- und Gabbromassen als ihre Stellvertreter betrachten dürfe. Zur Unterstützung dieser Annahme lassen sich die Verhältnisse in Saas anführen.

Die oberen Höhen des Saasergrates sind gekrönt mit mächtigen Felsen von Serpentin und Euphotid, welche mit denjenigen von Findelen und Riffel und mit den Massen, die man im Ansteigen nach S. Theodul durchschneidet, einen viele Stunden langen, dem herrschenden Streichen folgenden Streifen zu bilden scheinen. Die östliche Fortsetzung dieses Streifens sucht man vergeblich auf der Ostseite des Saaserthales, auf dem Passe nach Antrona. — Der Weg verlässt bei Almagel die gewöhnliche Strasse nach dem M. Moro und führt über Burgstalden aufwärts in's Furkenthal, ein hochliegendes Alpthal, rechts begrenzt vom Almagelhorn, links durch den Mittelgrat von Matmarc getrennt. Der höhere Thalboden ist flach aber schmal. Ueber eine lange Schneelehne und einen Jochgletscher gelangt man im Hintergrund auf die Höhe des Passes der Antronafurke. Beide Thalwände bestehn am Eingang des Furkenthales aus stark glänzendem grauem Glimmerschiefer, oder glimmerigem Grauem Schiefer, und aus Gneis mit grossen Feldspathkrystallen. Im mittleren Theile jedoch des Thales, und etwa eine halbe Stunde anhaltend, kommen von der rechten Thalwand her nur Hornblendtrümmer und körnige Kalksteine. Es scheinen diese in den mächtig entwickelten Hornblendmassen untergeordnete Lager zu bilden. In dem gegenüberliegenden Mittelgrat glaubt man in rothbraunen, dem Glimmerschiefer aufgelagerten, wohl über 30 m. mächtigen Bänken die südliche Fortsetzung dieser Hornblendgesteine zu erkennen. Ueber ihnen liegen wieder graue Gesteine, wahrscheinlich glimmerige Graue

Schiefer. Die Schichtung zeigt in dem östlichen Gipfel des Mittelgrates ein nach O gewendetes, am unteren Abfall bei Burgstalden ein nach W gerichtetes Knie, eine Structurform, die sonst nur an Kalksteingebirgen vorkommt. — Die Ostseite des Passes ist schroff abgestürzt und führt über lange Schneehalden in die Alpen von Ganneroe und Gingin. Auf der Höhe und in dem Alpthale herrscht ausschliesslich Gneis, mit schwachem Nordfallen; in den oberen Massen dem Glimmerschiefer genähert, tiefer abwärts zum Theil mit grossen Krystallen, oder granitartig. Erst am Fusse des Gebirges, am See Ronca, der 1732 durch einen Bergsturz der Nordseite entstand, wodurch der alte Hauptort von Antrona, das Dorf Frassinó, verschüttet wurde, treten unter dem Gneis, von welchem die Massen herabgestürzt sind, Felsen von Hornblendgestein hervor, vielfach mit Strahlsteinfels und Serpentin verwachsen, welche mit der Hornblende offenbar nur eine Masse bilden und gleichzeitiger Entstehung sind.

Im Thalgrunde von Antrona Piana treten diese Steinarten an mehreren Stellen hervor, und jenseits der Brücke findet man sie wieder an dem mit braunrothen Halden bedeckten Abfall der Alpe Cama, deren Gebirgsstock ganz aus Hornblendfels mit Nestern von Strahlstein und Serpentin zu bestehn scheint.

Die Strasse von Antrona nach Domo führt zuerst auf der rechten Thalseite, von der breiten Terrasse, auf welcher das neue Dorf steht, abwärts nach S. Pietro. Die Felsart ist Gneis mit grossen Krystallen; doch bringt der Bach aus einem felsigten Tobel der Südseite auch Trümmer von Serpentin und Serpentinschiefer hervor. Man steigt nun auf der linken Thalseite bedeutend hoch, um die felsigte Thalverengung zu umgehn, in welcher der Bach sich beinah zu verlieren scheint. Bei der Scherancabrücke ist wieder Hornblendgestein anstehend, und die Herabrollungen lassen dieses Gestein auch auf der Höhe des Gebirges vermuthen; aber in der Nähe der Strasse herrscht immer Gneis, vertical oder steil nach N 40 W fallend. So auch am Ausgang der tief eingreifenden Schlucht des M. Scheno, deren Thalbach indess Blöcke von krystallinisch schuppigem

Serpentin und analogen Steinarten enthält, und erst ausserhalb Villa, wo der Gneis in grossen Steinbrüchen ausgebeutet wird, findet man wieder anstehenden Hornblendgneis, nach N 50 W fallend, dem Gneis aufgelagert. Die eine Steinart von der anderen, als eine jüngere oder ältere zu trennen, möchte jedoch auch hier schwer gelingen; es zeigt sich der Hornblendschiefer oder Hornblendgneis als ein untergeordnetes Glied der allgemein in diesen Gegenden herrschenden Gneisformation. Und so urtheilt man auch auf der Ostseite des Ossolathales. Der schöne vielfach zu Weinpfeilern gebrochene verticale Gneis enthält eine mächtige Einlagerung von Hornblendschiefer am Ausgang einer tiefen Schlucht nördlich von Bevola, und auch, wenn man bald aus der unheimlichen Trontanoschlucht die Höhe des V. Vigezzo und das Dorf S. Silvestro erreicht, sieht man sich umgeben von dunkelgrünen, meist äusserst zähen, unklar stratificirten Hornblendgesteinen, die auf der Höhe wieder vom Gneis verdrängt werden.

Auch in den Schiefergebirgen des Wallis gelangen mehrere Einlagerungen von Hornblendgesteinen zu einiger Bedeutung. — Wenn man von Ayer in Anniviers, durch S 10 W fallende Grüne Schiefer, nach den Kobalt- und Kupfergruben der rechten Thalseite, nahe am Pass nach Blumattalp im Turtmannthal, ansteigt, so verräth sich das Vorkommen von Hornblendschiefer den ganzen Weg entlang durch häufige, denen des grünen Talkschiefers beigemengte Trümmer. Bei dem alten Kupfererzstollen ist eine verwandte Steinart, ein mit Glimmer gemengter, unvollkommen entwickelter Hornblendschiefer anstehend. Es ist jedoch kaum dasselbe Gestein, das Fournet, bei Erwähnung dieser Gegend, als *Minette* bezeichnet, da ihm die leichte Zerreiblichkeit in Glimmerschüppchen keineswegs zukommt. Auf der Höhe des Gebirges bestehn alle Gräte und Hörner, N und S vom Joche, aus Grauem Schiefer, der bald stark aufbraust, bald sich wahrem Glimmerschiefer nähert, und aus Kalkstein von gleich veränderlichem Charakter, bald dick geschichtet, grau, bald dolomitisch mit gelber Aussenfläche, bald weiss und körnig. Als Einlagerung in diese Gesteine, die bis in den Grund des Turtmannthales anhalten,

bemerkt man N vom Passe Grüne Schiefer, und unterhalb Blumatt mögen dieselben vor dem Grauen Schiefer sogar das Uebergewicht behaupten. Von eruptiven Gesteinen, wie Fournet sie in diesem Gebirge voraussetzt, ist uns keine Spur vorgekommen.

Auch wenn man nun über Grubenalp den steilen Gebirgskamm ersteigt, über den man nach Augstportalp, Emd und Stalden gelangt, bleibt man stets zwischen diesen, bald Grauen, bald Grünen Schiefern, die aber hier sich so krystallinisch entwickelt haben, dass man sie wohl als Glimmerschiefer betrachten darf. Eine Grenze zwischen ihnen und dem westlicheren Schiefer zu ziehn, dürfte jedoch kaum gelingen, und selbst bei Stalden kommen noch Rückfälle in eigentlichen Grauen Schiefer vor. Auf der Höhe des schmalen Augstportpasses ist diesem Schiefer Hornblendschiefer eingelagert, mit weissen, aus Quarz und Kalkspath gemengten Adern. Auch oberhalb und unterhalb Emd wiederholen sich diese Hornblendlager. Die Schieferung und der Wechsel der Gesteine streicht wenig regelmässig beinah im Meridian h. 11 bis h. 1 mit W Fallen. So steil wie die Westseite ist auch die Ostseite der Kette. Das Dörfchen Emd steht auf einer nur schmalen Terrasse, der jenseits der Visp diejenige von Grächen entspricht, beide von fast lothrechten Abstürzen begrenzt. Es sind diese Terrassen, wie jene, welche im Lauterbrunnenthal die Dörfchen Wengen und Mürren tragen, Ueberreste des alten Thalbodens, hevor neue Spaltungen des Gebirgslandes denselben zu seiner jetzigen Tiefe aufrissen.

Eine gerade Linie, im vorherrschenden Streichen der Hornblenden der Blumatt- und Augstportpässe ostwärts fortgesetzt, trifft auf die zikzakförmig geknickten Hornblendschiefer der Simplonstrasse. Der Graue Schiefer ist jedoch hier verschwunden, und obgleich stets kleine Einlagerungen von Marmor wiederkehren, die an einen vorhergegangenen neptunischen Sedimentcharakter erinnern, so ist die herrschende Steinart doch entschiedener Glimmerschiefer und Gneis.

Am westlichen Ende der Masse des Finsteraarhorns fällt (Fig. S. 177) eine grössere Hornblendpartie uns auf, die sich längs der Südseite des Lötschthales fortzieht und wahr-

scheinlich noch weit gegen NO hin verfolgt werden könnte. Sie gehört der steil SO fallenden, gegen das Lötschthal schroff abgestürzten Gebirgsgruppe an, in welche von Mittag her die den Mineralogen wohl bekannten Baltschieder- und Mundthäler eingreifen. Das beinah zur Höhe der Jungfrau aufsteigende Nest- oder Bietschhorn erhebt sich als ein stolzer Obelisk hoch über die anderen Gebirge und fesselt schon in Martigny das Auge des den Lauf der Rhone aufwärts verfolgenden Touristen. — Wenn man durch das spaltenförmige Querthal der Lonza von Gampel her aufwärts steigt gegen Ferden, so durchschneidet man, von den höheren zu den tieferen vorschreitend, nach und nach alle Glieder dieser Gebirgsgruppe. Es sind zuerst, als äusserste, wenig mächtige Bekleidung, Talk- und Glimmerschiefer; bald aber weichen diese den beinah das ganze Querthal hindurch anhaltenden Hornblendgesteinen, meist *Hornblendgneis*, kleinkörnig schiefrigen Gemengen von schwarzer Hornblende und unklar entwickeltem weiss oder bräunlich gelbem Feldspath, zum Theil aber auch massig und dem Syenit genähert. Diesen Hornblendgesteinen untergeordnet sind wahre Gneise, Talkschiefer und Lager von reinem oder mit Talk gemengtem *Quarzit*. Auch enthalten dieselben häufig Drusen von Bergkrystall mit Ueberzug von erdigem Chlorit. Schwefelkiese sind in mehreren Lagern in solcher Menge eingesprengt, dass aus ihrer Zerstörung sich ausgedehnte braunrothe oder auch schwefelgelbe Krusten bilden. Im oberen Lötschthale, wo man den ganzen Nordabfall dieser Massen übersieht, wird man einen bei 100 m. hohen, braunrothen Streifen, der sich oberhalb der Holzgrenze bis unter die Gletscher des östlichen Hintergrundes fortzieht, nicht unbemerkt lassen. Auch Serpentin und Topfstein scheinen nesterweise mit diesen Steinarten verwachsen zu sein. Von beiden sammelte ich Stücke unter den Trümmern, welche die Gletscherbäche vom Nordabfall des Nesthorns herabführen.

Die Verlängerung des Streichens dieser Hornblendgesteine des Lötschthales trifft auf das Finsteraarhorn, dessen Gipfel, nach Hugi, vorherrschend aus *Hornblendfels* besteht. Mit diesem Gestein, das Hugi ebenfalls dem Sye-

nit vergleicht, ist häufig Quarz verbunden, und die Aussenfläche ist roth gefärbt. — Ob diese Gesteine des Finsteraarhorns nach W und O fortsetzen, wie es bei der allgemeinen, sehr steilen oder verticalen Stratification dieser Gebirge wohl wahrscheinlich ist, weiss man nicht. Aber weiter östlich trifft die Streichungslinie der Lötschthaler Hornblenden auf die *Topfsteine* der Rothenfluh und von Schallaui, an der rechten Thalseite hoch oberhalb Guttannen (Fig. S. 178). Die steil S fallenden Giltsteinlager wechseln hier mit Glimmerschiefer, und werden begleitet von ausgezeichneten Krystallen von Epidot, von Byssolith und Sphen. Noch mehr östlich stösst die Streichungslinie auf die Hornblend- und Strahlsteinmassen im Hintergrund des Sustengletschers, wo am Sustenhorn ebenfalls Epidot vorkommt. Auch die Chloritschiefer mit Sphen, im Ezlithal, dem nördlichen Fuss des Kreuzlipasses, und die merkwürdigen Byssolithe, die filzartigen Platten von Bergkork, die Krystalle von Brookit, die auf Ruppletenalp, im Hintergrund des Maderanerthals, vorkommeu, finden sich auf der östlichen Fortsetzung dieser Linie. — In der Nähe dieser Zone von Hornblendgesteinen, wenn nicht in ihr selbst, brechen ferner die oktaedrischen rothen Flussspathe des Baltschiederthales und des Triftgletschers. Am Zinkenstock, einem dritten Fundorte oktaedrischer rother Flussspathe, streichen ebenfalls Hornblendschiefer durch.

Wie im Lötschthale, am Westende der Centralmasse des Finsteraarhorns, treten auch am Ostende, in der Umgebung von Disentis, Hornblendgesteine hervor, die jedoch einen etwas anderen Charakter tragen. Im Niedersteigen vom Kreuzlipass nach Tavetsch, in der Mitte ungefähr zwischen dem Fuss des Berges und Sedrun, findet man von der Ostseite herstammende Blöcke eines *Diorit* ähnlichen Gesteins, das um so mehr auffällt, als man von der Nordseite her, über den ganzen Pass bis hierher stets nur den einförmigen weissen Alpengranit und granitischen Gneis gesehn hatte. Es scheint dieser *Diorit* Nester im Granit zu bilden, da man in mehreren Blöcken beide Steinarten mit einander verwachsen findet. In enger Ver-

bindung damit stehn auch wohl die grünen, chloritischen Schiefer, welche die bekannten Sphenkrystalle, Anatas und Brookit enthalten. — Unterhalb Disentis ist ein äusserst zähes, unregelmässig zerklüftetes *Diorit-* und *Chloritgestein* in dem nach dem Tödi ansteigenden Barkunser-Tobel anstehend. Besser entwickelt und mit ausgezeichnetem Granit in Verbindung zeigt sich die Steinart im Ponteljes-Tobel, oberhalb Trons, am südlichen Abfall des Piz Tumbif oder Brigelserhorns. Wir sind durch Escher näher mit diesen Verhältnissen bekannt geworden. „Am unteren Ausgang des Tobels herrscht ein grobflasriger *Gneis*, der jedoch so innig mit *Verrucano*, oder *Quarzitschiefer* verbunden ist, dass man ihn nur als eine Abänderung dieser, hier und Thal ahwärts weit verbreiteten Bildung betrachten kann. Das Fallen ist nach S. Ungefähr nach einer Stunde Ansteigens in dem fortwährend engen Tobel findet man anstehende mächtige Massen eines schönen, grob- und feinkörnigen, aus weissem Feldspath und dunkelgrüner Hornblende bestehenden *Diorits*. Höher hinauf wird die Steinart mehr und mehr schiefrig, der Feldspath zieht sich zurück, die Felswände bestehn aus dunkelgrünem Schiefer, wahrscheinlich ein inniges Gemenge von Chlorit nnd Hornblende; sie zeigen ausgezeichnete Rnndhöckerformen und alte Gletschererosionsspuren. In dieser Steinart ist zu verschiedenen Zeiten, besonders an der östlichen Thalwand, unregelmässiger Berghau auf Eisen geführt worden. Das Erz ist ein, zum Theil mit Schwefelkies gemengtes *Magneteisen*; es scheint in dem dioritischen Schiefer wenig anhaltende Nester und Streifen zu bilden, wie man es in den südlicheren Alpen nicht selten im Serpentin findet.“ Tiefer einwärts steigt das Thal an einer Stufe um wohl 300 m. höher und erweitert sich dann zu einem grösseren, von herabhängenden Gletschern begrenzten Kessel, den Escher später von oben her besucht hat.

„Es herrscht auch an den höheren Gehängen des Gebirges, am Fusse des Brigelserhorns, wie unten im Thale, der hellgrüne, talkige *Quarzitschiefer*, oder *Verrucano*, steil, beinah vertical, nach S 60 O fallend. Hoch am steilen Ostabhang des Ponteljes-Tobels von S nach

N fortschreitend, fand ich unter demselben, mit gleichem Fallen, dunkelgrünen, chloritischen oder *dioritischen Schiefer*, denselben, worin unten im Tobel die Erzgrnhen stehn. Die Steinart wird hier massig, die Schieferung verliert sich, und an ihre Stelle treten nnregelmässige, pistaziengrüne, vielleicht durch Epidot gefärbte Ablosungen. An der Thalwand erscheint anch ausgezeichneter *Diorit*, mit deutlichen Feldspathkrystallen in der ans verdichtetem Diorit oder Chlorit bestebenden Grundmasse; man sieht ihn Streifen nnd verlängerte linsenförmige, der Scbieferung folgende Nester in dem Grünen Schiefer bilden. Das Liegende dieser Schiefer ist eine bei 1 m. mächtige Lage eines glimmerigen oder talkigen, klein wellenförmigen Gesteines, zwischen dessen Blättern sich dünne, bis 1 Linie starke Krusten von *Wad*, oder einer analogen schwarzen, eisen- nnd manganhaltenden Substanz befinden. Man scheint dieselbe früher ebenfalls ansgebentet zu haben, da sie auf grosse, bis eine Viertelmeile haltende Strecken, von Tage ahwärts in den Berg hinein weggenommen ist. Unmittelbar nnter diesem Erzlager findet man die oberste Schicbt einer bei 15 m. mächtigen Kalkmasse, die man von Auge bis in die höhere Masse des Brigelserhorns verfolgen kann. Es ist ein *dolomitischer Kalkstein*, äusserlicb gelb bestaubt, im Inneren bell hlan bis weiss, nnd an anderen Stellen des Gebirgsabhangs sieht man denselben unmittelbar von dem talkigen Qnarzitschiefer hedeckt. Die unteren Lagen der Kalkmasse sind grau, feinkörnig, mit talkartig glänzenden, dickschiefrigen Ablosnngen. Der Verrncanoschiefer bildet im Ponteljes-Tobel auch die Unterlage des Kalks, mit gleicb steilem SO Fallen, und weiter einwärts treten darin nocb zwei andere Kalklager, von nngefähr gleicher Mächtigkeit, wie das böbere, auf. Es sind, genau genommen, eber Linsen oder Nester, von etwa 500 bis 700 m. Erstreckung nach der Falllinie, die oben nnd unten sich auskeilen. In dem unteren dieser Nester, das vorherrschend aus dunkelgrauem *körnigem Kalkstein* bestebt, fanden sich deutlicbe *Pentraciniten;* eine gelh bestanbte Abändernng derselben Masse enthielt gnt erhaltene *Pectiniten*. Der secnndäre, neptunische Ursprung der auflie-

genden Quarzite und Diorite, und ihre spätere Umwandlung durch metamorphische Processe erhält durch diese Entdeckung organischer Ueberreste in ihrer Grundlage, hohe Wahrscheinlichkeit."

„Unter dem tieferen, Petrefacten enthaltenden Kalkstein folgt wieder grüner, talkiger Quarzitschiefer, der nach dem Liegenden zu mehr Glimmerschiefer ähnlich wird, dann ist das Profil auf einige Schritte unterbrochen, und, wo wieder anstehender Fels sichtbar wird, ist es ein ausgezeichneter, massiger *Granit*, mit öfters 2 Zoll grossen weissen, oder auch blass rothen Feldspathkrystallen, in einer feinkörnigen Grundmasse von weissem oder grünlich weissem Feldspath, Quarz und schwarzem Glimmer, oder, statt dessen, einer schmutzig grünen talkartigen Substanz, nicht selten auch mit Sphen. Aus diesem Granit bestehn die Felswände des Hintergrundes von Ponteljes, und in mehr als 100 m. hohen Massen steigt er bis an das überlagernde höchste Kalkgebirge auf. Unter demselben durch erstreckt er sich bis fast oberhalb Brigels." Die Gesteine erinnern lebhaft an V. Codéra und Ober-Engadin.

IV. Serpentin und Gabbro.

Die Frage ist nicht entschieden, ob der Serpentin und der häufig ihn begleitende Gabbro, oder Granitone, als plutonisch aus dem Inneren hervorgestiegene Massen, Ursache des Uebergangs der Grauen in Grüne Schiefer gewesen seien, oder, ob umgekehrt jene massigen Gesteine als die letzte Stufe der metamorphischen Umwandlung der Schiefer betrachtet werden müsse. Eine unbefangene Beurtheilung der vorliegenden Thatsachen wird jedoch der letzteren Ansicht wohl den Vorrang zuerkennen, obgleich wir uns durch dieselbe in grössere theoretische Schwierigkeiten verwickelt sehn mögen, als durch jene, die sich auf die Grundlage der Contacterscheinungen stützen kann. Wahr

ist es, dass Serpentin und Grüne Schiefer in vielen Gegenden, wie in der Umgebung von Aosta, des M. Rosa und in Oberhalbstein, in engster Verbindung stehn. Wenn man aber ganze Gebirge Grüner Schiefer sieht, aus denen nur vereinzelte unbedeutende Partie'n von massigem Serpentin hervortauchen, oder wo derselbe ganz zu fehlen scheint, wenn man ferner den Serpentin als oberste Decke der Gebirge, oder als lager- und stockförmige Massen zwischen Grauen Schiefern oder anderen Sedimentgesteinen beobachtet, ohne dass mit einiger Wahrscheinlichkeit eine Verbindung derselben mit dem Inneren der Erde angenommen werden könnte, so wird man dennoch, im Sinne einer gesunden Kritik, es vorziehn, auf eine Erklärung zu verzichten, die nur desshalb uns anspricht, weil sie sich unseren herrschenden Theorien leichter anzupassen scheint, die aber in den vorliegenden Thatsachen nur sehr schwache Unterstützung findet.

Der *Serpentin* unserer Alpen unterscheidet sich auf keine Weise von demjenigen Piemonts, der ligurischen Küste und Toscana's. Es ist dasselbe dunkelgrüne bis schwarze, im Bruch fast matte oder wachsähnliche, auf den vielen Kluftflächen stark talkartig glänzende, oder mit Pikrolith bedeckte Gestein, das im Westen von Turin, in den Umgebungen des M. Genèvre, zwischen Savona und Genua, bei Rocchetta oberhalb Spezia, bei Livorno und Florenz häufig beschrieben wurde und allgemein bekannt ist. An mehreren Stellen enthält er kleine Adern und Nester von *Magneteisenstein* (Col de Breona im Eringerthal, Gaispfad im Binnenthal); zuweilen, als wesentlichen Gemengtheil, blättrigen *Diallag* (Gaispfad, Todte Alp bei Davos); auf Giuilsalp, oberhalb Stalla in Oberhalbstein, Knauer eines dichten, nach seiner Zusammensetzung dem *Wernerit* ähnlichen Minerals; auch Adern von hellgrünem, zartfasrigem Serpentin oder *Asbest*, oder von weissem *Kalkspath*, kommen vor. Im Ansteigen von Sils nach Gravesalvas findet man eine Serpentinabart, die sich durch Zähigkeit und Härte auszeichnet und an die Grundmasse des Grünporphyrs erinnert. Im Gebiete der krystallinischen Alpen ist der Serpentin oft in grösseren Mas-

sen feinschuppig, von höherem Glanz, lebhafter grün, einem sehr feinkörnigen Hornblendfels ähnlich (V. di Malenco, Kamm oberhalb M. Jorio).

Dieselbe Uebereinstimmung mit dem in Toscana als *Granitone*, in Frankreich als *Euphotide* bekannten Gesteine zeigt der alpinische Gabbro. Er ist vorherrschend, als Granitone, ein gross- bis kleinkörniges Gemenge von Labrador und Diallag, wie der bekannte Gabbro von Marmels in Oberhalbstein, derjenige der Blöcke, die der Zmuttgletscher von dem NW Fnss des M. Cervin herführt, der Blöcke ferner, aus denen der westliche, von den Dents des Bouquetins herstammende Ferpeclegletscher seine Guferlinien bildet. Oder, es ist das schöne aus Smaragdit, Saussurit und glänzendem Talk gemengte Gestein, der eigentliche *Euphotid*, das häufig als Fündlinge in der Westschweiz vorkommt, als anstehendes Gestein aber nur auf dem hohen Saasergrat bekannt ist, woher der Allalingletscher es dem Saasèrthale zuführt.

Nahe verwandt mit dem Serpentin ist der Topfstein. An mehreren Stellen scheint er den Serpentin zu vertreten, oder er kommt vor in seiner Nähe und in seinem Streichen, ohne mit Grünen Schiefern in Verbindung zu stehn; so am Eingang des Visperthales, an mehreren Stellen der linken Thalseite von Gombs in Oberwallis, in V. Peccia und anderen Tessinerthälern.

Von der Nordgrenze der Mittelzone nach dem Inneren vorschreitend, finden wir die ersten Spuren von Serpentin am Nordrande der höheren Montblancmasse, wo Favre eine schmale Zone dieses Gesteins im Contact des Protogins mit dem Gneis und Glimmerschiefer entdeckt hat. Aus dieser Zone stammen ohne Zweifel die Serpentinblöcke her, die man in den Gandecken der Chamonigletscher und weiter abwärts im Thale findet.

Auf der Nordseite der Finsteraarhornmasse scheinen die Topfsteine, die früher oberhalb Guttannen gebrochen wurden, und die Strahlsteine und Hornblendgesteine, die in der Gandecke des Steifibergletschers auf dem Susten vorkommen, den Serpentin zu vertreten, und es ist beachtenswerth, dass auch diese Topfsteine von Guttan-

nen nahe an der Grenze des Glimmerschiefers und des Granits der Handeck durchstreichen.

Im Urserenthale liegen grosse und kleine Blöcke eines dem Serpentin nahe stehenden Topfsteins zerstreut an dem Abhange oberhalb Hospital. Die zwei oberhalb den Wylerstauden liegenden, früher ausgebeutet und den Mineralogen bekannt durch ihren Braunspath und grossblättrigen Talk, mögen wohl über 2000 Cubicmeter Inhalt haben. Eine Menge Serpentinblöcke kommen oberhalb Andermatt, am Ausgange der Unteralp vor, ohne Zweifel von einem Serpentin- und Topfsteinlager herstammend, das tiefer einwärts im Unteralpthale den Glimmerschiefer vom granitischen Gneis scheidet und in älterer Zeit ausgebeutet wurde. Der jetzt aus dem S. Annathal ausgeführte Topfstein bricht wahrscheinlich auf der Fortsetzung dieses Lagers. Auch hier, am Nordrande der Gotthardmasse, streicht also eine Zone von Serpentin und Topfstein zwischen dem Gneis und Granit und dem ihm vorliegenden Glimmerschiefer. — Dieses, an drei Centralmassen sich wiederholende Vorkommen von Serpentin oder ihm verwandter Gesteine erinnert an das Auftreten des Serpentins im Contact des Kalks mit granitischen Steinarten bei Predazzo, Aker und anderwärts.

Die grösseren Serpentinmassen liegen jedoch rückwärts, oder im Süden der centralen Gneisgebirge, im Gebiete der Grauen und Grünen Schiefer. Besonders mit den letzteren stehn sie, durch das Mittelgestein des Serpentinschiefers, in so enger Verbindung, dass man oft verzichten muss, eine scharfe Grenze zu ziehn, oder ungewiss bleibt, wenn man, nach der äusseren Gestaltung, den massig hervortretenden Serpentin von dem Schiefer getrennt hat, ob die Grenze nicht eine irrthümliche, nur durch die leichtere Zerstörbarkeit des Schiefers erzeugte sei.

Diese nähere Beziehung des Serpentins zum Grauen Schiefer ist bei einer allgemeinen Uebersicht unserer Alpen unverkennbar. Gneis und Glimmerschiefer scheinen beinah abstossend auf ihn zu wirken. Wir sehen bedeutendere Massen von Serpentin in den Umgebungen des Aostathales und in den südlichen Thälern des Wallis, wo auch

Graue und Grüne Schiefer gegen den Gneis überwiegen. Es folgt der Serpentin dem Schieferstreifen ostwärts nach Antrona und bis auf den hohen Kamm des Gaispfades, zwischen Binnenthal nnd Dever. Dann gewinnt der Gneis die Oberhand, er herrscht vom Ufer der italienischen See'n bis an die nördliche Kalkzone, nnd mit dem Schiefer wird anch der Serpentin verdrängt. Die Topfsteinlager, die auf der Alp Mattignano, oberhalb Campo, nnd in Val Peccia, im Quellbezirk der Maggia, im Betrieb stehn, deuten auf eine frühere Verbindung mit dem Serpentin des Gaispfads. Die vereiuzelten Serpentinmassen anf dem höchsten Kamm der Traversegnaalpen, südlich von Roveredo in Misox, gehören der Zone von Hornblendgesteinen an, welche im Hanptstreichen des Alpensystems hier durchsetzt, aber erst weiter östlich, in V. Malenco, wo sie mit grösseren Kalksteinmassen zusammentrifft, sich vorherrschend als Serpentin entwickelt. Am Muret und Bernina, wo Gneis und Glimmerschiefer herrschen, ist der Serpentin bis auf wenige Spuren verschwunden; aber in Mittelbünden, wo der Schiefer wieder eine tief eingreifende Bucht zwischen den Gneisgebirgen bildet, in Davos, Oberhalbstein nnd Engadin, zeigt sich auch der Serpentin, wie in Wallis nnd Aosta, im Gefolge der Grünen Schiefer, und beherrscht den geologischen Charakter des Gebirges. In gleicher Umgebung haben wir den Serpentin in den Alpen von Piemont und Ligurien kennen gelernt, und wenn wir aus der Nähe des Gross-Glockner über die H. Blut-Tauern nach Rauris übersteigen, sind es wieder nicht Gneise und Glimmerschiefer, sondern Cipollin, weisser Marmor, grüne Schiefer, welche den Serpentin begleiten.

Das häufige Hervortreten des Serpentins, das wir in den Gebirgen von Cogne kennen gelernt haben, hält an auf der linken Seite der Dora, bis znnächst an den Gneis der Gruppe des M. Rosa. In S. Barthelèmy und Val Tournanche, in Val d'Ayas nnd Gressoney erscheinen diese stockförmigen, schwarzen Massen, meist als lagerartig verlängerte Nester, zwischen Grauem oder Grünem Schiefer oder in Berührung mit Cipollin und Kalk, in der Tiefe,

wie in der Höhe der Seitengebirge, am Ausgang und im Hintergrund der Thäler. Man wird in diesen Thälern auch aufmerksam auf eine Gestaltung, die man weiter östlich erst in Bünden wiederfindet. Der Thalboden bildet eine Folge fast kreisrunder Kessel, mit flachem Boden, getrennt durch Querwälle, die in der Regel weit niedriger sind als die Seitengebirge und meist aus Serpentin, oder sehr verwachsenem Grünem Schiefer bestehn. Im Hintergrunde der Val Challant unterscheiden wir die Circus von Strapir, Ayas, Champolue, in Val Tournanche steht das Pfarrdorf in einem ausgezeichneten Serpentinkessel, und hinter demselben folgt der Kessel von Breuil. — Beinah sollte man glauben, dass diese Gestaltung zu dem Hervortreten des Serpentins in naher Beziehung stehe, denn nirgends zeigt sie sich in gleicher Auszeichnung wieder, als zwischen Tinzen und Stalla, in Oberhalbstein, in derjenigen Gegend von Bünden, wo der Serpentin am mächtigsten entwickelt ist.

Mit dem Grauen und Grünen Schiefer setzt der Serpentin über die Wasserscheide nach Wallis über. Man sieht lange anhaltend Serpentinfelsen aus der Schnee- und Gletscherdecke hervorragen, wenn man von S. Theodul nach Zermatt hinuntersteigt. Eine mächtige Guferlinie des Zmuttgletschers besteht aus Blöcken von *Gabbro*, die deutlich von dem NW Fuss des Matterhorns herstammen; theils mit grossen Elementen, weisser Saussurit und graulich grüner Diallag, theils von kleinerem Korn, grauer schillernder Labrador und stark metallisch schillernder dunkelgrüner Diallag. Im Thalboden bei Zermatt ist an vielen Stellen Serpentin entblösst. — Der Riffelgrat, der den Gorner- vom Findelengletscher scheidet, besteht in seiner Hauptmasse aus Chlorit-, Hornblend- und Glimmerschiefer, welche steil nach S 40 W einfallen. Auf dem schmalen Grate gehn diese Grünen Schiefer unmerklich über in schiefrigen Serpentin, und der obere Felskamm besteht vorherrschend aus demselben, das Riffelhorn selbst aber aus einer rothbraun verwitternden Serpentinmasse, die einem vulcanischen Haufwerk ähnlich sieht. — Oberhalb Findelen erstreckt sich vom Gletscher her, auf der rechten Seite des-

selben ein langer Wall von Trümmern, der eine alte Gandecke zu sein scheint, aus einer Zeit, als der Gletscher weit grössere Ausdehnung als gegenwärtig haben musste. Unter diesem Schutt sieht man, bei fernerem Ansteigen, Serpentinmassen hervortreten, in Felsen, die hoch aufwärts anhalten. Es ist ein wahrer *Gabbro-rosso*, ein verworrenes Gemenge der mannigfaltigsten, zu einer gemeinschaftlichen Masse verwachsener Steinarten, vorherrschend schiefriger Serpentin und Hornblendschiefer, dann auch kurz und verworren fasriger Strahlsteinschiefer, Cipollin, zarthlättriger Talk, gewöhnlicher Grauer Schiefer. Bis hoch an die Strahlhörner hinauf wird keine andere Steinart sichtbar. Und wie hier die Steinarten, in noch übersehbaren und durch das Auge zu begrenzenden Partie'n regellos in einander verschlungen sind, so scheinen im Grossen die meisten Gebirge beschaffen, welche Zermatt umgeben.

Auf der Höhe des Saasgrates müssen diese Steinarten in mächtigen Felsmassen entwickelt sein, denn die Gandecken der nach Saas abfallenden Gletscher enthalten sie in grosser Menge, und die kühnen Bergsteiger, Ulrich und seine Gefährten, haben sie auf der Höhe in Stöcken und Felsgräten aus den Schneefeldern aufsteigen gesehn. Die linkseitige Gandecke des Allalingletschers führt vorherrschend Blöcke des schönen *Euphotids*, ein Gemenge von grauem oder weissem Saussurit, Smaragdit und weissem oder grauem Talk; *Eklogite*, dunkelgrüne fasrige Hornblende und derber rother Granat; zart und verworren fasrige, dunkelgrüne *Hornblendgesteine*, gesprenkelt mit ausgesondertem weissem, fein schuppigem Feldspath und kleinen kirschrothen Granatkörnern; Gemenge von dunkelgrüner bis schwarzer Hornblende und weissem feinschuppigem Feldspath, den man leicht mit Kalk oder Dolomit verwechseln könnte; schwarze, strahlige Hornblende mit ausgesonderten, zum Theil dicht gedrängten, quadratischen Prismen, basisch spaltend, weiss, durchscheinend, etwas schwieriger schmelzend, als jene derben feinschuppigen Feldspathmineralien; weissen körnigen *Cipollin*, mit silberweissem Glimmer, zuweilen auch mit Smaragdit; dichten, gewöhnlichen *Serpentin*. Die frontale und rechtseitige Gandecke enthält beinah nur Serpentin.

Auch der Torrengletscher bringt vorherrschend Serpentin, zugleich auch Glimmerschiefer, Kalk, Dolomit und Gyps.

In gleicher Ausbreitung und Mächtigkeit finden wir den Serpentin erst in den Gebirgen von Bünden wieder.

Der Eingang von Sondrio in das Malenkerthal ist, wie in vielen Seitenthälern des Veltlin, felsigt nnd schlnchtähnlich. Man steigt auf der Westseite durch Weinlauben nnd Baumgruppen beträchtlich hoch aufwärts, bis man, über der tiefen Felsschlucht des Mallero hinweg, in das Thal eindringt. Der Abhang ist bedeckt mit Blöcken von Serpentin und Syenit. Die ersteren scheinen als Fündlinge aus dem Thalhintergrunde, die letzteren aus grösserer Nähe, von den Gipfeln dieser Thalecke selbst herzustammen. Die nach der Höhe ansteigenden Graben enthalten nur Syenitblöcke. Als wir jedoch, znr Aufsuchung der anstehenden Felsart einen dieser Graben aufwärts verfolgten, fand sich vertical oder steil N fallender Chloritschiefer, zum Theil in Topfstein übergehend, abwechselnd mit einem hornfelsartigen Gestein, und, in der Mitte nngefähr zwischen Sondrio und Torre, bringt ein Bach von der linken Seite auch Blöcke von dunkelgrauem und weissem Kalkstein, ohne Zweifel von einer Einlagerung herstammend. Es hielten diese grünen Schiefer an bis nach Torre, und nirgends bot sich uns anstehender Syenit dar; auch hatten, bald nach dem Thaleingang die Blöcke sich verloren. Das Thal ist nnn offener und besser bewohnt, ohne den Charakter eines Hochgebirgsthales, seine Wildbäche und Trümmerhalden zu verlieren. Bis nach Chiesa, dem Hanptorte des Thales, zeigt sich von Torre an auf beiden Seiten nnr Serpentin, worin, nach Handstücken, die nnsere freundlichen Wirthe uns vorwiesen, *Magneteisen*, *Schwefel-* und *Kupferkies*, *Graphit*, *Amianth*, vorkommen.

Chiesa ist einer der Hauptplätze der stets noch in primitiver Weise betriebenen Kochgeschirrfabrication. Wir besnchten die Topfsteinbrnchstellen anf der Alp Pirla, zwei Stunden westlich über Chiesa. Der Stein ist eine Abänderung des hier anstehenden, nnklar nach N fallenden, verworrenen Chloritschiefers, dieser scheint eine Modification

des herrschenden Serpentins. Der Alpboden ist umringt von den hohen, wild zerrissenen Felsstöcken des M. della Disgrazia, an deren Fusse sich rothbraun, oder auch weiss verwitternde Blockhalden ausbreiten. Und alle diese Trümmer sind Serpentin, oder auch Gabhro mit milchweissem Saussurit; bis in die höchsten Felsstöcke der Schneeregion scheint keine andere Steinart vorzukommen. Auch die Trümmer, durch die man südwärts, durch die Alp Giumellina, nach der Alp Al Lago fortschreitet, bestehn aus Serpentin und feinschuppigem Serpentinschiefer. Auf der Lagoalp jedoch ist man nahe der Grenze dieser Felsart. Im östlichen Hintergrund der Alp streicht eine bei 40 m. mächtige Kalkmasse, vertical von Glimmerschiefer durchzogen, der auch für sich auftritt und mit Serpentinschiefer wechselt. Die Trümmer der höchsten Felsen sind immer Serpentin, der auch auf dem Gebirgskamme, zwischen den Alpen Al Lago und Mostabbio, noch als Serpentinschiefer sich zeigt. Weiter südlich wird der Glimmerschiefer herrschend, Lager von dickschiefrigem Quarz einschliessend; dann folgt Kalkstein, wiederholt abwechselnd mit Chloritschiefer und Glimmerschiefer. Die rechte Seite des nach Torre auslaufenden Tobels zeigt hohe Felswände verticaler Glimmerschiefertafeln, hinter welchen weiter südlich wieder Kalkstein hervorragt. Am Ausgang des Tobels führt der Weg, auf der linken Seite des Baches, durch zwei mächtige Lager von weissem Marmor, die man auch auf der anderen Seite des Hauptthales, von Serpentin eingeschlossen, weit ostwärts fortstreichen sieht.

Auch tiefer einwärts im Hauptthale, im Lanternathale, ist der Kalkstein nach Osten hin mächtig entwickelt, und steht vielleicht im Zusammenhange mit den Kalkmassen von Le Prese am See von Poschiavo. Der nördlich von Lanzada sich erhebende M. Motta besteht aus Serpentin, aber gegenüber Tornadori sieht man eine circusartige Einbiegung der südlichen Thalseite von Kalksteinwänden umschlossen, und auch der östliche Hintergrund des Thales liegt im Kalkstein. Die Weidgehänge von Ciasso und Franscia aufwärts nach der auf der NO Seite des M. Motta liegenden Alp Campo Lungo herrscht Serpen-

tinschiefer, und einzelne Trümmer von Kalkstein nnd weissem Marmor lassen auch auf dieser Seite der Lanterna auf Einlagerungen von Kalkstein im Serpentin schliessen. Auch Lager von Topfstein und in grosse Tafeln spaltendem Talkfels sind dem Serpentin hier untergeordnet, der auf Campo Lungo und Palu stets herrschende Steinart bleibt.

Bereits im Streichen dieser Alpen beginnt indess Glimmerschiefer mit dem Serpentinschiefer zu wechseln und von S. Giuseppe einwärts nach Chiareggio durchschneidet man bald die eine, bald die andere dieser zwei, offenbar derselben Formation angehörenden Steinarten. Das Fallen ist nach S, wendet sich aber bald wieder, den Muret aufwärts, nach NO. Nur selten tritt der feste Fels länger anhaltend hervor; der Weg führt meist durch Trümmerhalden des M. dell' Oro, welche auf beiden Seiten des Passes die Abhänge stundenweit bedecken. Ein quarzreicher Glimmerschiefer ist vorherrschend, mit ihm wechselt Hornblendschiefer, und nur selten mengt sich unter die Trümmer dieser Gesteine auch ein einzelnes Stück von Serpentin oder weissem Marmor. Wo der Nordabfall des Gebirges die Fläche des Maloja erreicht, erscheint als Einlagerung in dem herrschenden Glimmerschiefer auch Gneis mit grossen Feldspathkrystallen.

Aber auf der Nordseite des Maloja herrscht wieder Glimmerschiefer, regelmässig, wie der des Muret und des unteren Malenkerthales nach dem wahren Nord einfallend, mit dem Streichen h. 8. Wie über eine Treppe steigt man über die Köpfe der Glimmerschieferlager aufwärts nach dem kleinen Longhinsee (s. Fig. S. 290), aus welchem der Inn entspringt, nahe an Zuflüssen des Po und des Rheins, und dessbalb schon von den alten Bündner Geographen gefeiert. Ein höheres Interesse noch gewährt er dem Geologen. Ueber dem Glimmerschiefer und dem damit verbundenen Gneis liegt hier massiger Serpentin, als oberste Decke dieser mächtigen Glimmerschieferbildung. Wir haben Serpentin im Malenkerthal in ihrer Grundlage und mit ihr wechselnd gefunden, und man könnte daher geneigt sein, ihn als ein wesentliches Glied derselben zu betrachten, wenn man sich nicht der in anderen Gegenden beobachteten, eben so

engen Verbindung des Serpentins mit Kalk und Schiefer erinnerte. Im Kessel des Longhinsee's selbst darf man nur wenige Schritte nach den Jochen seiner nördlichen Einfassung ansteigen, so sieht man den Serpentin sich mit dolomitischem Kalk bedecken, der weiter östlich, immer mehr an Mächtigkeit gewinnend, als ein schroffer Felsrücken gegen den Silser See niedersetzt und hier ein sehr groteskes Vorgebirge bildet, aus vielfach zerklüfteter und durchlöcherter Rauchwacke, verwachsen mit gewundenen Kalkschieferpartie'n, zum Theil auch in körnigen Kalkstein übergehend. Ueber diesem Kalkstein liegt wieder Serpentin, und wenn man denselben abwärts zum Silsersee verfolgt, sieht man noch eine Zwischenmasse von Galestro ähnlichem Schiefer sich einschieben, über welche erst der Serpentin, wie ein Lavastrom, in rauhen nackten Felsstöcken sich anflagert. Wunderbar, wie lebhaft die schöne Kunststrasse längs dem Seenfer und die Aufeinanderfolge von dolomitischem Höhlenkalkstein, Galestro, Grünem Schiefer, Serpentin, so manches Bild der ligurischen Küste in die Erinnerung zurückruft! Kein Zweifel, dass der Serpentin des Longhinsee's und seine Fortsetzung an dem Abhange von Gravesalvas jüngerer Entstehung ist, als die von ihm überlagerte, durchbrochene, aus ihrem Zusammenhang gerissene Kalk- und Schiefermasse, deren theilweise Umwandlung in Rauchwacke, Dolomit, weissen Marmor, Cipollin, oder in rothe Galestro und Grüne Schiefer man gerne mit dem Auftreten des Serpentins in Verbindung setzen wird.

Verfolgt man aber nun das Profil weiter nördlich, sei es, dass man direct von Longhin aus nach Alpascel übersteige, oder seitwärts über den Septimer sich Stalla zuwende, so überzeugt man sich fast bei jedem Schritt von dem innigen Zusammenhang zwischen Kalk- und Kalkschiefer, Grünem Schiefer und Serpentin. Es bilden diese Steinarten durch ganz Oberhalbstein ein untrennbares Ganzes, oder wenn dennoch verschiedene geologische Epochen unterschieden werden sollen, so können dieselben nicht als Epochen successiver Ablagerung der verschiedenartigen Gesteine, sondern nur als Epochen successiver Umwandlung einer ursprünglichen Gesammtmasse bezeichnet werden. In diesem

Sinn stellt sich in einer früheren Epoche der Graue Schiefer uns dar als ein marines Sediment von gewöhnlichem Mergelschiefer und Kalkstein, in einer folgenden erleiden diese Sedimente die Umwandlung in höher krystallinische, dem Glimmer- und Talkschiefer genäherte Gesteine, nnd in einer noch späteren Zeit muss der Uebergang in Grüne Schiefer, Galestro, Gabbro-rosso und die Entwicklung von Serpentin und Gabbro statt gefnnden haben. Eben so innig verbunden, wie in Oberhalbstein sich uns Graue Schiefer und Serpentin zeigen, haben wir aber im Malenkerthal den Serpentin mit dem Glimmerschiefer vereinigt gesehn, daher wohl die Entstehung Grüner Schiefer und des Serpentins, weder von der einen, noch von der anderen jener Schieferbildnngen abhängig sein kann, sondern als ein selbständiges Erzeugniss von Potenzen zu betrachten ist, welche auf beide Schieferarten zugleich eingewirkt haben müssen. Betrachtet mau nun die schmale, geradlinigte Zone, anf welche der Einfluss jener Potenzen sich beschränkt hat, eine Zone, die sich von Torre in V. Malenco bis zum Rotelser Bühel in Domleschg quer dnrch die ganze alpinische Mittelzone forterstreckt, erwägt man ferner, dass zu beiden Seiten jener Zone der Serpentin so schnell sich verliert, während die ihn umschliessenden Granen Schiefer und Glimmerschiefer, ohne Unterbrechung fortstreichen, so erscheint es wohl am einfachsten, sich jenen Einflnss, der die Schiefer zn Serpentin umgebildet hat, als über einer Spalte der Erdrinde wirksam zu denken, sei es, dass man dampfförmige Substanzen voranssetze, die durch diese Spalte metamorphisch eingewirkt hätten, oder, dass man es vorziehe, auf eine nähere Bezeichnung der Umwandlungsweise einstweilen noch zu verzichten.

Eine zweite Serpentinlinie, welche dem Streichen der Alpen folgt, scheint angedeutet durch die Serpentinmassen von Davos, Erosa und Parpan. Ihre westliche Fortsetzung würde ebenfalls durch das Rotelser Bühel gehn und ungefähr in ihrem Streichen liegen auch die Grünen Schiefer des Tomilserjochs und des Pettnanerberges. Im Ansteigen von Chur nach Malix sieht man nur S fallenden Kalk und Kalkschiefer, abwechselnd mit glimmerigem,

Grauem Schiefer und Sandstein. Bei Strasberg ist der Graue Schiefer herrschende Steinart, und die Kalklager sind mit zunehmender Höhe zurückgeblieben; dagegen wird der Schiefer nun von knotigen Quarz- und Kalkspathstreifen durchzogen.

Das Hochthal von Churwalden und Parpan, 872 m. über Chur, 1472 m. ü. d. M., wird auf der Westseite von den sanft gerundeten und bewachsenen Schiefergebirgen des noch um 1000 m. höheren Furggebühl begrenzt, auf der Ostseite von einem schroffer abfallenden, mannigfaltiger gestalteten Felsgebirge, dessen Gipfel, das Schwarzhorn, Weisshorn, Rothhorn, zum Theil in die Region des ewigen Schnees hinauf ragen und kleinere Gletscher nähren. Nachdem man von Parpan aus, durch steile Weidgehänge und die Kalkschutthalden des Weisshorns, angestiegen, stösst man, in mittlerer Höhe des Abhanges, auf S fallende schwarze Schiefer, die noch weit nordwärts anhalten und offenbar der schon von Chur her anhaltenden Schieferbildung angehören. Nach dem Grate zu verändern indess diese Schiefer ihren früheren Habitus, und man sieht sich bald von hochkrystallinischen Gesteinen umgeben. Quarzreiche rothe und grüne Thonschiefer, verwachsen mit rothem Jaspis, in grosse tafelartige Trümmer zerfallen, bedecken den Gebirgsrücken. Gegen das Schwarzhorn zu, gehn diese Gesteine in einen mit Glimmer gemengten Quarzit über, dann entwickelt sich auch Feldspath, die Masse enthält alle Bestandtheile des Gneises, und bis nahe an das nördliche Ende dieser Kette scheinen diese Gesteine anzuhalten, während am tieferen Abhang nur Graue Schiefer ihre mächtige Unterlage bilden. Gegen das Weisshorn zu ist die krystallinische Entwicklung der Schiefer weniger vorgeschritten, und der unter den Dolomit und Kalk des Weisshorns einfallende Schiefer ist ein nicht sehr fester, stänglicht zerfallender grauer Mergelschiefer, ohne alle krystallinische Anlage. Unter diesem Schiefer, wo er die unter ihm nördlich ansteigenden Quarzite und bunten Schiefer bedecken muss, ragt auf beiden Seiten des Grates *Serpentin* hervor, in 10 m. hohen Abstürzen, den Fuss mit schwarzen und braunrothen Halden bedeckend. Kalkspathadern, oft viele

Zoll mächtig, durchziehn den Fels nach allen Richtungen und schliessen wieder Trümmer und Sand von Serpentin ein. Es ist dieselbe Steinart, wie die zu Maurin, im Thal der Ubaye, oder bei Rio auf Elba als Marmor ausgebeutete.

Unheimlich einsame Felsthäler laufen von der Ostseite des bei 2600 m. hohen Gebirgskammes gegen Schalfick aus. Das Urdenthal, in das man von der Nordseite des Weisshorns niedersteigt, ist in seinem Hintergrund ein wüstes Trümmerfeld, bedeckt mit den Kalk- und Dolomithlöcken, die fort und fort von dem Weisshorn und seiner fürchterlich zerrissenen östlichen Fortsetzung abfallen. Mit diesen Trümmern mengen sich, im nördlicheren Hintergrund, die Tafeln der bunten Schiefer, Quarzite und Gneise des Grates, und aus diesen Schuttmassen ragt eine schwarze felsigte Kuppe hervor, die man für Serpentin halten könnte. Es ist aber *Diorit*, ein äusserst zähes feinkörniges Gemenge von blassgrünem Albit und unklar entwickelter Hornblende, das auch weiterhin, gegen Erosa zu, in einzelnen Felskuppen auftaucht, und, wie anderwärts Gabbro, in enger Verbindung mit dem Serpentin zu stehn scheint. In dem Felsgrate, der das Urdenthal von Erosa trennt, erhebt sich dieser Diorit, in zahnähnlichen, zerrissenen Felsstöcken, aus den südlich unter den Dolomit der Weisshornkette einfallenden Quarziten und Glimmerschiefern, mit welchen auch gelb bestaubte dolomitische Kalklager abwechseln. Eine Gesteinsfolge, wie man sie so häufig in den Zwischenbildungen, als Grundlage der nördlichen Kalkzone wiederfindet. Auch der Diorit, besonders die Felskuppe des Hörnli, zeigt merkwürdige Abänderungen. Grössere Massen bestehn aus dichtem *Spilit*, hellgrün und violet in einander verwachsen, die Kluftflächen bedeckt mit Albitkrystallen; zuweilen mit Anlage zu porphyrartiger Aussonderung des Albits, dem *Grünporphyr* genähert. Andere Partie'n haben sich als *Spilitmandelstein* entwickelt, die Mandeln, von der Grösse eines Stecknadelknopfs bis zu derjenigen einer Erbse, mit Kalkspath ausgefüllt. Noch andere sind *Variolith* geworden, eine dunkelgrüne oder violete Grundmasse, welche erbsengrosse, dichte, im Kern braune, gegen den Rand grüne Kugeln einschliesst. In geringer Entfernung dringt

auch Serpentin hervor. Man könnte sich in die Quellbezirke der Durance und des Drac, oder in den Botro delle Donne bei M. Vaso in Toscana versetzt glauben. Die Gesteine sind identisch, und dort, wie in Bünden, sind diese metamorphischen Massen von umgewandelten Fucoidenschiefern umgeben. Noch eine, in grosser Mächtigkeit entwickelte Steinart, glaube ich dieser mit dem Serpentin verbundenen Gesteinsfolge anreihen zu können, den ausgezeichneten *Hornblendfels* nämlich, der den Gipfel des Parpaner-Rothhorns bildet und in einer Mächtigkeit von wohl 300 m. den unter ihm durchsetzenden, sichtbar wenigstens nicht durchbrochenen Belemniten und Pentacriniten führenden Kalk überlagert. Es ist dieser Hornblendfels zum Theil ein grob- aber verworren körniges und strahliges Aggregat grösserer, schwarzgrüner, stark glänzender Hornblendkrystalle, zum Theil ein sehr feinkörniges bis fast dichtes Aggregat von kurzen Hornblendnadeln. Mit demselben enge verbunden erscheint Glimmerschiefer, als Einlagerung, oder mit Hornblendfels und Hornblendschiefer wechselnd; als Adern im Hornblendfels oder auf Kluftflächen Epidot.

Gegen Erosa hin und in der Umgebung dieses einsamen Bergdorfes mehren sich die schwarzen und braunrothen Serpentinhalden, und auch fester Serpentin fehlt nicht, bald eingeschlossen zwischen Quarzit, bald verwachsen mit Kalkstein. Eine Regel in der Aufeinanderfolge dieser Gesteine ist hier, wie anderwärts, nicht aufzufinden; der Serpentin verhält sich wie ein abnorm zwischen die Felsmassen jeder Art und jeden Alters eingedrungenes Gestein. Folgt man von Erosa der Plessur auswärts gegen Schalfick, so weicht eine Strecke weit der Serpentin dem sich vordrängenden glimmerreichen Quarzit und dem damit wechselnden Kalkstein, aber bald tritt er von neuem in grosser Ausdehnung auf und bildet auf der rechten Thalseite hohe Wände und Halden, die vom Thalgrund bis an die oberen Kalkfelsen ansteigen. Dann folgen, weiter nördlich, auch im Liegenden des Serpentins mächtige Kalkwände, zwischen welchen die Plessur kaum einen Ausweg findet; sie gehören dem breiten, in der Höhe von Quarzit bedeckten Kalkplateau der Chureralpen an. Am Ausgang des Thales

sieht man auf der rechten Seite wieder Serpentin, überlagert von etwa 7 m. mächtigem rothem Jaspis, und auf diesem liegt die grosse Masse des oberen Kalksteins.

Seine mächtigste Entwicklung erreicht der Serpentin auf der Todten Alp, an den in der bündnerischen Mythologie viel genannten Casannaberg anstossend. Es möchte allerdings schwer sein, eine Gegend aufzufinden, die sich besser eignete zum Schauplatz von grausigem Geisterspuk und zu Sagen von verwünschten Bergen und goldenen Schätzen. Eine braunrothe, nackte Hochfläche erhebt sich aus dem Hintergrund von Schalfick gegen Nord, bis auf den Rücken des Gebirges; der Boden, wie ein frisch aufgewühlter Acker, oder ein verwittertes Lavafeld, mit braunen oder schwarzen Schollen von Serpentin bedeckt, meist rauh durch das Hervorstehn der weniger zerstörten Diallagkrystalle; zur Linken die blassen, kaum von dem aufliegenden Schnee zu unterscheidenden Felswände des Casanna-Weisshorns, einem stark zerspaltenen Gletscher ähnlich; zur Rechten eine rauhe Felskette metamorphischer Gesteine, Glimmerschiefer, Quarzit, Gneis, Granit, die aber im höheren Abhang, wo die Serpentinfläche, oder statt derselben rother Jaspis, sich über den höchsten östlichen Rücken gegen Davos hin ausbreitet, nicht weiter fortsetzt. Der Mangel an Vegetation, die düsteren Farben des Gesteins, das zerrissene, fortdauernder Zerstörung erliegende Gebirge, Alles vereinigt sich zu einem Eindruck, wie ihn etwa das Innere eines vulcanischen Kraters zurücklässt.

Auf dem Rücken des Gebirges erhebt sich die östliche Felskette von neuem im Schwarzhorn, gegenüber dem Nordende des Weisshorns. Der Name bezeichnet zum Theil die Farbe. Schwarzer Serpentin bildet wohl einen Theil der Masse dieses wild zerborstenen Gipfels, aber nur als Cement vielfach durch einander verschobener Trümmer von rothem Jaspis; als ob ein Gebirge von Serpentin und Jaspis gewaltsam zerrüttet, als teigartige Masse aufgethürmt, oder aus dem Inneren ausgepresst worden wäre. Das Nordende des Weisshorns ist aber nicht mehr Dolomit, sondern Kalkstein, worin hier und da Belemniten vorkommen, und dieser Kalkstein greift tief ein unter die Serpentinbreccie

des Schwarzhorns und wird unmittelbar von Serpentin überlagert. Blöcke von Kalkstein sind auf der Grenze ganz von Serpentin umschlossen. Ein metamorphischer Einfluss des Serpentins auf den Kalkstein scheint jedoch nicht statt gefunden zu haben; eher möchte man annehmen, dass durch die Serpentindecke der Kalkstein gegen die Dolomitisirung geschützt worden sei. Unter dem Kalkstein liegt auch hier Quarzit, wie in der Nähe des Hörnli bei Erosa, während auf den Churcralpen und an anderen Stellen umgekehrt der Quarzit den Kalk bedeckt. Welche Lagerung die ursprüngliche sei, oder ob mehrere Kalkformationen, eine ältere unter dem Quarzit, eine jüngere über demselben vorkommen, muss durch ein längeres Studium dieser interessanten, aber sehr verwickelten Gebirge entschieden werden.

Gegen den Ostrand unseres Gebietes hin, sehn wir noch eine isolirte Serpentinmasse, in Verbindung mit grünen Schiefern, auf der Südseite des Inn in Unterengadin, südlich von dem Felsriff, welches das ehrwürdige Schloss Tarasp trägt (S. 273). Wenn man von Lavin aus den schmalen Pass verfolgt, der auf der rechten Innseite durch waldigte schroffe Gehänge und Gebüsch, nahe über der engen Felsschlucht des Inns, nach Tarasp führt, so zeigen sich die ersten Serpentintrümmer in der Nähe von theilweise sehr gequälten Kalklagern, zum Theil damit verwachsen, bald nachdem man die Innbrücke von Ardez hinter sich gelassen hat. Von da hinweg scheint der Serpentin längs der rechts vom Wege liegenden unteren Waldstufe ohne Unterbrechung bis gegenüber Sins anzuhalten. Eine weit kleinere Masse taucht zunächst am südlichen Fuss des Schlosshügels hervor und setzt bis in die Nähe der Heilquellen fort. Beide sind dem steil S fallenden Grauen Schiefer untergeordnet. Die Gegend von Tarasp zeichnet sich überdiess aus durch andere Erscheinungen, die auf intensive, zum Theil noch fortdauernde Umwandlungsprocesse und auf eine nähere Verbindung mit dem Erdinneren hindeuten. Der Schiefer ist an vielen Stellen längs der Thalspalte bald Grüner Schiefer, bald glimmeriger Thonschiefer oder Glimmerschiefer, bald ein Gneis oder Granit ähnliches Gestein

geworden. Als Grüner Schiefer und Glimmerschiefer, obgleich auch hier stets mit Rückfällen in gewöhnlichen Kalkschiefer, zeigt er sich besonders in der Umgebung des Serpentins, in dem Streifen, der diesen von dem südlichen Dolomitgebirge trennt und unter dieses einschiesst. Gneis- und granitartige Abänderungen findet man auf dem rechten Ufer des Inn gegenüber Ardez, und am Eingang der V. Tasna. Verfolgt man jedoch die nördlichen Seitenthäler, z. B. V. Ramosch einwärts, so verliert sich in dem tieferen, stets S fallenden Schiefer bald jede Spur höherer krystallinischer Ausbildung, und die Kalk- und Mergelschiefer tragen ganz den Charakter der Gesteine von Schalfick oder Domleschg.

Zu den Producten der Umwandlung wird man auch die *Gypsmassen* rechnen, die unterhalb Fettan und Sins im Schiefer auftreten. Die deutlichsten Beweise einer jetzt noch im Boden fortdauernden chemischen Thätigkeit finden wir aber in den Mofetten oder kohlensauren Gasquellen, westlich und östlich von Schuls, in den Efflorescenzen von *Bittersalz* in einer Sinterhöhle zwischen Schuls und Sins, an den Schieferfelsen bei Ardez u. a. a. Orten, von *Eisenvitriol* in einer Höhle am linken Ufer des Scarlbachs, und besonders in der Menge verschiedenartiger Mineralquellen, die sich hier in einem beschränkten Raume zusammendrängen. In der Umgebung von Tarasp und bei Schuls entspringen mehrere *Sauerwasser;* die bekannte Heilquelle, das gehaltreiche Salzwasser, am Innufer bei Tarasp, enthält, nebst freier Kohlensäure, Kochsalz, schwefelsaures und kohlensaures Natron; andere Quellen zeichnen sich aus durch ihren Gehalt an Bittersalz, oder an kohlensaurem Eisen; noch andere sind Schwefelwasser. Viele derselben haben den Boden mit einer weit verbreiteten, mächtigen Sinterbildung bekleidet. In dem Umkreis einer Stunde zählt Mousson, in dem Neujahrblatt für 1850 „ein Bild des Unterengadins," nicht weniger als 20 Mineralquellen auf.

Auf der Nordseite des Inn, hoch oberhalb Schuls, hat Escher eine Serpentinmasse aufgefunden, die an Ausdehnung und ödem Anssehn derjenigen der Todten Alp in Davos kaum nachstehn mag.

„Von Fettan aufwärts gegen Piz Minschun, 3071 m., steigt man fortwährend über Wiesen. Wo immer, in Graben nnd Anschürfungen der Fels sichtbar wird, ist es schiefriger, dichter oder körniger Kalkstein, blaulich oder bräunlich gran, in letztem Fall gewöhnlich mit Quarzkörnern gemengt. Etwa 250 m. nnter dem Minschungipfel erscheint auf einmal *Serpentin*, massig, reich an Schillerspath, gleich dem bei Tarasp. Am Abfall des Piz gegen N fortgehend, bemerkte ich in den Trümmerhalden auch viele Blöcke von hellgrauem, dichtem, Spilit ähnlichem Gestein, bald schiefrig, bald massig, und mit denselben auch Blöcke von Hornblendgestein, das in jenes überzugehn und mit ihm den südlichsten Minschungipfel zu bilden scheint. Das nähere, zum Theil mit Schneeflecken bedeckte Gebirgsland, und der Fuss des vom Minschun nördlich laufenden, Gletscher tragenden Felsgrates bestehn, dem Ansehn nach, aus Serpentin. In der Höhe wird der Serpentin bedeckt von ziemlich horizontal geschichtetem, grauem körnigem Kalkstein, der zum Theil viele Quarzkörner einschliesst. An mehreren Stellen schien mir der Serpentin gangartig in den aufliegenden Kalkstein aufzusteigen. Die vorgerückte Tageszeit verbot eine nähere Untersuchung. Jedenfalls ist die Grenze zwischen beiden Bildungen sehr unregelmässig. An einer der Stellen, wo ich dieselbe erreichte, sah ich den Serpentin nach allen Richtungen von Kalkspathadern durchzogen, oder es waren auch beide Steinarten so innig verwachsen, dass ein wahres *Verde antico* entstanden war.“

In der nördlichen Fortsetzung einer durch Tarasp und Minschun gezogenen Linie, hat Escher noch eine dritte Serpentinmasse in der Nähe des Bürkelkopfs, auf der Gebirgshöhe zwischen Samnaun und Ischgl aufgefunden. Der Serpentin steht in Verbindung mit grosskörnigem, dem von Marmels ähnlichem Gabbro und mit grünen Schiefern, die sich oft auch zu einem massigen, spilitartigen Gestein verdichten. Aus diesem grünen Gestein besteht der Bürkelkopf und ein grosser Theil der anstossenden Gräte. Seine Blöcke, denen sich auch rothe, von Kalkspath- und Epidotadern durchzogene, ähnlich den rothen Thon- und Jaspisgesteinen von Tinzen, beimengen, bedecken die oberen

Gehänge der Kette, vom Bürkelkopf auswärts, bis oberhalb Serfaus. Der angrenzende Kalk und Kalkschiefer wechselt, sowohl mit Serpentin, als mit Grünem Schiefer.

V. Grüne Schiefer.

Wir sind mit diesen Steinarten, die auf so merkwürdige Weise den Serpentin mit dem Grauen Schiefer verbinden, schon in Toscana, in Ligurien und Piemont bekannt geworden, und die Gesteine der Schweizeralpen sind von den in den südlichen Alpen und im Apennin vorkommenden nicht verschieden, es sind dieselben auch, die in der Mittelzone der Ostalpen, in den Umgebungen des Gross-Glockners, in Rauris und Gastein in grosser Mächtigkeit auftreten.

Auf der ersten und verbreitetsten Stufe der Entwicklung ist der Grüne Schiefer ein grünlich grauer, berggrüner bis dunkelgrüner *Thonschiefer*, mit mehr oder weniger Neigung zu schuppiger oder krystallinisch blättriger Textur. Kleinere und grössere Partie'n dieser Schiefer sind mit Grauem Schiefer, ohne Trennung beider Steinarten, verbunden, so dass dieselben Straten aus grauen Massen in grüne fortsetzen, oder graue und grüne Schieferblätter unter sich wechseln und durch einander verwachsen sind. Der Grüne Schiefer ist ein grün gefärbter Grauer Schiefer. Diese fleckweise Vertheilung der Farben zeigt sich häufig in den Aostathälern, im Wallis und in Bünden. — Wie der Graue, enthält der Grüne Schiefer nicht selten freie Kalktheile, die entweder mit blossem Auge, als Spathblättchen, oder durch das Aufbrausen mit Säuren erkennbar sind. Wo der Graue Schiefer sich dem Glimmerschiefer nähert, oder als wahrer Glimmerschiefer auftritt, zeigt auch der damit verbundene Grüne Schiefer höhere krystallinische Ausbildung und erscheint als *Chloritschiefer*, oder, durch Entwicklung kleiner Blättchen und Knoten von Feldspath, als *Chloritgneis*. Mit dieser Benennung bezeichnen wir dunkel schwärzlich grüne, unvollkommen schiefrige Gesteine, mit einge-

schlossenen gelblich weissen Knötchen, welche Feldspath scheinen, während die verworren blättrige Grundmasse, nach ihrer theilweisen Schmelzharkeit, ein Gemenge von Chlorit und Hornblende sein mag.

Im Niedersteigen vom Matterjoch nach Breuil herrschen graue Talkschiefer in enger Verhindung mit Serpentinschiefern nnd anderen Ahänderungen der Grünen Schiefer. Bevor man Breuil erreicht, führt der Pfad durch eine alte Gandecke grosser Blöcke, die ein Gletscher vom Fuss der schroff abgestürzten Kette der Dent de Rong und des M. Cervin bis in die Thalmitte vorgeschohen hat. Diese Blöcke belehren uns, dass jene Kette aus Gneis mit grossen Feldspathkrystallen hesteht. Am Wege ist, auch unterhalh Breuil, stark glänzender Glimmerschiefer und Grüner Schiefer anstehend, mit W Fallen, das in allen diesen Thälern zu herrschen scheint. Eine untere, aus den Gehirgen der rechten Thalseite hervortretende Schutt- und Trümmermasse enthält Blöcke von Protogin, dolomitischem Kalkstein, Grünem Schiefer nnd Serpentin. Ein quer durch das Thal setzender Hügelzug schliesst dann den weiten Thalkessel von Breuil ah gegen den tieferen grossen Circus, worin Val Tournanche steht. Dieser Qnerdamm, welchen der Thalbach in vielen Katarakten durchschäumt, besteht aus schiefrigem Serpentin, und rings um V. Tournanche, wie in dem tieferen, den Circus schliessenden Querwall, scheint keine andere Steinart vorzukommen. Ein steil ansteigender, zum Theil schwindlichter Weg führt aus dem Thalgrund nach dem, wohl hei 1000 m. über Val Tournanche, auf einer Terrasse der linken Thalseite gelegenen Chamoix, stets durch Chloritschiefer, Serpentinschiefer und Hornhlendschiefer. Das Fallen ist constant nach W, daher die rechte Thalseite schroffe Ahstürze zeigt. Oberhalh Chamoix, gegen den Col de Portola zu, herrschen mehr Chloritschiefer, die auch wohl, durch Entwicklung kleiner Feldspathhlättchen, in *Chloritgneis* übergehn, und gegen das grosse Dorf La Madeleine hin, streicht in diesen Chloritschiefern ein Lager von *weissem Marmor*. Auf dem Col de Portola wird der Grüne Schiefer von Granem bedeckt, auf den sich weiter nördlich bald wieder Grüner

Schiefer oder Chloritgneis auflagert, oder es greifen vielmehr beide Gesteine ohne regelmässige Folge in einander ein.

Ein anderes Beispiel wollen wir in Graubünden suchen. Eine Stunde südlich von dem unwirthlichen Vrin verliessen wir den nach Buzasch führenden Weg, um über den Pettnauerberg nach Vals überzusteigen. Ein steiler Alpweg führt, zwischen tief aufgerissenen felsigten Graben, in etwa 1½ Stunden zu der Alphütte, die, wie gewöhnlich in Bünden, wo die Hirten mit dem Vieh sich über Tag nach entfernten Weiden begehen, verschlossen war. Ohne längeren Aufenthalt stiegen wir demnach, im Hintergrund des einen der beiden Graben, erst steile Grashalden, dann den mit Trümmern und Schnee hedeckten Abhang aufwärts nach der schmalen, auch auf der Ostseite steil abfallenden Scheidecke. Nur wenig unterhalb derselben liegt auf dem schwarzen Schiefer Grüner Schiefer, ein berggrüner mit Kalkspath gemengter Chloritschiefer, der his auf das Joch und zu beiden Seiten desselben in bedeutender Mächtigkeit entwickelt ist, in den höheren, nördlich vom Pass aufsteigenden Hörnern aber wieder mit grauem glimmerigem Schiefer und schiefrigem grauem Kalk abwechselt und nach der Höhe zu bald ganz wegbleibt. Der Grüne Schiefer bildet hier eine Einlagerung in dem allgemein in Mittelbünden verbreiteten kalkreichen Grauen Schiefer, in dem Gestein der Via mala.

Im Valserthale erleidet die Schichtung eine beachtenswerthe Umbiegung. Das S und SO Fallen der Schiefer des Vrin- und Lugnezthales wendet sich, am Ostabfall des Pettnauerberges und in der Umgebung von Plaz in Vals, in O und NO Fallen um; das Streichen, früher in N 50 O, wirft sich in S 60 O, wahrscheinlich unter dem Einfluss der südlicheren Gebirgsgruppen, in denen beinah meridianes Streichen mit O Fallen herrschend ist. — Man steigt, um von Plaz nach Savien zu gelangen, zunächst am Dorfe selbst, steil aufwärts nach der grossen Alp Tomils, der Gemeinde Flims gehörend. Der Weg führt durch graue körnige Kalkschiefer, mit welchen gewöhnliche Graue Schiefer wechseln. Ein grösserer Zweig der Alp zieht sich südlich, und aus dem Hintergrund führt ein ziemlich rauher und

hoher Pass nach Splügen. Ein hohes Schneehorn trennt diesen Pass vom Valserberg, dem gewöhnlichen Pass aus Vals nach dem Hinterrhein. Ein anderer Zweig erhebt sich gegen O nach einer, nur wenig über dem Alpboden aufsteigenden Scheidecke, über die man nach Savien gelangt. Die Gebirge, die beide Alpthäler umschliessen, bestehn aus vorherrschend berggrünem, zum Theil mit Kalkspathknötchen angefülltem *Chloritschiefer*, mit welchem jedoch auch graue und glänzend schwarze Schiefer und zum Theil beträchtliche Kalksteinlager abwechseln. In den höchsten Felsen, nördlich von der Scheidecke, geht der grüne Schiefer in ein verworren krystallinisches Gestein über, einem unklar entwickelten, kleinkörnigen *Gabbro* ähnlich. Trümmer dieses grünen Gesteins bedecken weithin den Fuss derselben. Am Ostabfall des Passes wird weiter nordwärts wieder der gewöhnliche berggrüne Schiefer herrschend, und verschwindet dann bald unter der allgemeinen Decke von schwarzem glänzendem Thonschiefer und grauem Schiefer, welche mit gleichförmig sanft geneigtem, bis auf den höchsten Grat bewachsenem Abhang die linke Seite des einsamen Savienthales bildet. Das Tomilserjoch führt über eine kaum merkliche Einsenkung in diesem, wie eine Jurakette geradlinigen Rücken, und erst an seinem Nordrande, oberhalb Tenna, erheben sich hohe, felsigte Stöcke, deren Schichtenköpfe gegen O abgebrochen sind, obgleich am unteren Abhang das Ostfallen anzuhalten scheint. Es mögen wohl die vom Thalgrunde gegen W ansteigenden Schichten in der Höhe eine C förmige Umbiegung erleiden.

Die rechte Seite von Savien ist schroff und felsigt abgestürzt. Ein treppenartiger Pfad, die Stege, windet sich, in der fast verticalen Felswand, von Plaz in Savien aufwärts gegen Glas. Die Steinart ist gewöhnlicher Grauer Schiefer, mit untergeordneten Lagern von grauem Kalkstein und Quarz, und erst am oberen Ende der Stege erscheint wieder Grüner Schiefer, der jedoch keine grosse Mächtigkeit und Ausdehnung erreicht. Das Fallen ist, wie in Lugnez, nach SO, mit dem Streichen nach N 60 O; es scheint im Savierstock das NO Fallen des Thalhintergrundes durch O Fallen in SO Fallen sich umzudrehen.

In anderen Gegenden hat sich der Grüne Schiefer mannigfaltiger entwickelt. Der graulich grüne Thon- oder Chloritschiefer hat die Spaltbarkeit verloren und ist in eine *Spilit* ähnliche, dickschiefrige oder unregelmässig zerklüftete Masse übergegangen, deren Kluftflächen oft mit *Bergkrystall* oder *Feldspath*, meist *Albit*, besetzt sind. Oefters ist die Masse durchflochten mit Adern von dichtem, gelbem Epidot, Quarz oder Kalkspath, oder der Epidot hat sich nur unvollkommen ausgeschieden und verräth sich durch gelbliche Streifung und Nuancirung der hellgrünen Grundfarbe. Jedenfalls ist Epidot, dicht mit der Grundmasse verwachsen, oder in Krystallen und Drusen auf den Spalten, so vorherrschend, dass die Steinart mit Recht als ein *Epidotfels* bezeichnet werden kann.

Oder, die Masse ist ein durcheinander verwachsenes Gemeng von Chloritschiefer, Hornblendschiefer, Strahlsteinschiefer geworden, mit veränderlicher oder verworrener Schieferung und einer Felsgestaltung, die wie ein Haufwerk unordentlich aufgethürmter bausgrosser Blöcke aussieht. — So oberhalb Findelen und Riffelbei Zermatt, wo sich diesen Schiefern auch schiefriger *Pennin* und *Serpentin* beigesellen, wo ferner auf Klnftflächen, oder als Einschlüsse, gelber und schwarzer *Granat*, schwarzer *Idokras*, *Diopsid*, *Prehnit*, *Epidot*, krystallisirter *Pennin*, *Amianth*, *Bergleder* u. a. Mineralien vorkommen. — In mehreren Gegenden enthalten diese Massen weichere, talkreiche Partie'n, welche als *Topfstein* oder *Lavezstein* ausgebeutet werden. Wir rechnen dahin die Topfsteine von Chiavenna und V. Malenco. Andere Topfsteine dagegen sind Talkeinlagerungen im Gneis und Glimmerschiefer, so diejenigen in Oberwallis, bei Guttannen und am Gotthard.

Kalkreiche und mit Kalklagern abwechselnde Graue Schiefer werden, als Grüne Schiefer, zu *Cipollingesteinen* umgewandelt; meist als schiefrige, weisse oder grüne, von grünem Talk oder Chlorit durchzogene körnige Kalksteine, oder als Grüne Schiefer, welche dünne Linsen von locker körnigem Kalk einschliessen. Mit diesen Cipollinen verbinden sich vorzugsweise zart und verworren fasrige *Strahlsteinschiefer* und fein- bis grobstrahlige *Hornblendschiefer*.

Wenn diese Schiefer sich dem Serpentin zuneigen, so bilden sie sich auch wohl als *Serpentinschiefer* aus, auf den Schieferungsflächen wie gewöhnliche, den Grauen nahe stehende Grüne Schiefer aussehend, im Querbruch den schwachen Wachsglanz und alle Charaktere des Serpentins zeigend und öfters in schiefrigen und massigen Serpentin übergehend. Seltener haben sich auch blättrige, graue, metallisch schillernde Diallagpartie'n ausgeschieden und einen *Diallagschiefer* gebildet.

Häufig zeigen diese Schiefermassen keine anderen, als grüne und graue Farben. In mehreren Gegenden enthalten sie auch Streifen glänzender *rother Thonschiefer* und *rothe Jaspislager*, und stimmen ganz überein mit dem *Galestro* in Toscana, Ligurien oder am M. Genèvre. Zuweilen werden diese rothen Gesteine vorherrschend. Sie verbinden sich auch mit der dichteren, Spilit ähnlichen Abänderung des Grünen Schiefers.

In den grossen Revieren des Grünen Schiefers, in den Seitenthälern des Aostathales, in den Thälern von Heremence, Evolena, Zermatt, findet man, bald die eine, bald die andere dieser Abänderungen, oder auch mehrere zugleich entwickelt. In grösster Auszeichnung zeigen sie sich in Mittelhünden, und besonders in Oberhalbstein.

Ihr erstes Auftreten in diesen Gegenden isolirt zwischen weit ausgebreiteten Gebirgen von Grauem Schiefer, finden wir am Rotelser Bühel in Domleschg. Der kaum 20 m. aus der flachen Thalebene hervorstehende felsigte Hügel scheint durch die grössere Festigkeit seines Gesteins gegen die Erosion geschützt worden zu sein, die den leichter zerstörbaren Grauen Schiefer um ihn herum abgeschält und das Thal auf seine gegenwärtige Tiefe erniedrigt haben mag. Die Steinart jenes Hügels ist ein verworren schiefriges, nach der Farbe zu schliessen reich mit dichtem Epidot gemengtes Gestein, theils einem schiefrigen Thonstein, theils Serpentinschiefer genähert.

Steigt man aus Domleschg, längs dem Wasser, durch die Grahen des Schyns nach Oberhalbstein, so nehmen die Grünen Schiefer zu an Ausdehnung und Mannigfaltigkeit, je weiter man gegen Mittag vordringt, sowohl im Thalboden

selbst, als in den Seitenthälern und auf den sie einschliessenden Gebirgen. Die Steinart steht hier in nicht zu verkennender Verbindung mit Serpentin, der ebenfalls, gegen den Julier und Septimer zu, in immer mächtigeren Massen hervortritt. — Bei Tinzen werden die Grünen Schiefer herrschendes Gestein. Die Strasse, jenseits der Brücke über den Errbach, ist ganz in dicht verwachsene grüne und besonders rothe Schiefer eingeschnitten, die auffallend an *Galestro* und *Gabbro rosso* erinnern und offenbar in bedeutender Mächtigkeit und Verbreitung entwickelt sind. Im Ansteigen nach dem auffallenden Circusthal von Rofna hat man diese Gesteine stets zur Seite, und auch die schroffen Wände, die das Thal bis auf die beiden Engpässe, durch welche der Thalbach fliesst, umschliessen, zeigen nur grüne und graue, in einander verwachsene Schiefer. In der Nähe des südlichen Ausgangs sind diese Schiefer zu beinah dichten Massen verbacken, fest und kieselreich, mit vielfach gequälten, meist vertical stehenden Windungen. Nach diesem Rofnakessel folgen vor Molins noch zwei kleinere, durch Engpässe verbundene, fast kreisrunde Kesselthäler, mit vollkommen ebenem Thalboden, offenbar durch Einsturz entstanden, und erst oberhalb Molins verändert sich der Charakter der Thalbildung. Bevor man noch Molins erreicht hat, ist der Schiefer ein wahrer Epidotfels geworden, voll gelblichter Adern von dichtem Epidot, mit schönen Epidotdrusen auf den Kluftflächen. An der Ostseite tritt hin und wieder Serpentin hervor, der aber bald wieder unter dem grünen Epidotgestein verschwindet, und dieses wird nun auch zu einem wahren Gabbro rosso und schliesst vielfach Partie'n von rothem Jaspis ein. Marmels steht auf diesen Gesteinen, aber gleich jenseits dem Seesbache werden sie wieder verdrängt durch massigen Serpentin und durch die schönen Gabbro, die aus älterer Zeit her dem Mineralogen bekannt sind.

Wohin man sich wendet von dem alten Stalla aus, wo schon zur Zeit der Römer, die über den Julier und Septimer Reisenden sich trennten, ob man nördlich durch die Seesalpen nach der Cima di Flix ansteige, oder südwärts durch die ausgedehnten Weidgehänge von Giuils

und Valletta einen Uebergang nach Avers suche, immer bleibt man umgeben von Grünen Schiefern, zwischen denen auch wohl mächtigere Einlagerungen von massigem Serpentin hervorbrechen. Der Schiefer ist vorherrschend grüner Talkschiefer und Serpentinschiefer, in der Nähe von Stalla sind auch grüne und weisse Cipollinschiefer nicht selten. Gegen die Seesalp zu wird das Gestein mehr massig, blass berggrün, der Grundmasse des Spilit ähnlich, die Ablosungen mit Bergkrystall und weissen Albitkrystallen bedeckt. Diese Steinart bildet die schroffen Felswände der Cima di Flix, welche den hinteren Kessel der Seesalp umschliessen, und wird am Piz Giulia schildförmig bedeckt von Ranchwacke, die in nackten Felsflächen und Trümmergebirgen nach dem Piz Morter fortsetzt.

Südlich von Stalla eignet sich die Hochfläche oberhalb Giuils, über welche ein Uebergang von Juff in Avers nach Faller führt, vorzugsweise zu einem näheren Studium des Grünen Schiefers, der hier in allen Uebergängen, aus gewöhnlichen Thon- und grauen Kalkschiefern in hoch krystallinische oder mannigfaltig metamorphische Gesteine, entwickelt ist. Die auf mehreren Seiten von schwarzen oder rothbraunen Serpentinstöcken, oder halb zertrümmerten Felsen von grünem Schiefer umschlossene Gebirgsstufe zeigt überall, wo nicht Schnee oder halb zugefrorene kleine See'n sie bedecken, den nackten Fels. Im westlichen Theile des Kessels ist gewöhnlicher grauer Kalkschiefer herrschend, in welchem wir, zwar vergeblich, nach Petrefacten suchten; auf anderen Seiten ist grauer Talkschiefer anstehend. Diese weniger veränderten Gesteine sind aber durch Uebergänge und vielfaches gegenseitiges Eingreifen so innig mit den übrigen verbunden, dass eine Trennung nicht denkbar ist. Grosse Nester von gelb bestaubtem dolomitischem Kalkstein, oder Trümmer von rothem Jaspis sieht man, an den schroffen Felsabstürzen, rings von grauem und rothem Schiefer umschlossen; als dünne Lager wechseln mit diesen weisse und grüne Cipollinschiefer und rothe Jaspis- oder Kieselschiefer. Der Grüne Schiefer hat sich als glänzender Talk- oder Chloritschiefer, oder als Serpentinschiefer ausgebildet; andere sind schiefrigem, dichtem Feldspath oder Saussurit ähnlich,

und in vielen der letzteren haben sich grosse blättrige Partie'n von Diallag ausgesondert, das Gestein ist ein deutlicher Gabbro- oder Diallagschiefer geworden. Mit den nahen Felsstöcken von massigem Serpentin und Gabbro stehn diese Schiefer offenbar in sehr enger, aber noch nicht mit der erforderlichen Schärfe verfolgter Verbindung.

VI. Graue Schiefer.

Die weit umfassende Bedeutung, die ich dieser Benennung gebe, ist in der Einleitung schon näher bezeichnet, und zugleich der Wunsch ausgesprochen worden, dass eine zweckmässigere vorgeschlagen werden möchte.

Graulich schwarze *Thonschiefer*, theils stark, theils gar nicht aufbrausend, leicht zerstörbar, oder fest und vortrefflichen Dachschiefer liefernd, sind oft in grosser Mächtigkeit allein herrschend. — Oefters schimmern die Schieferflächen von enge mit der Grundmasse verwachsenen Glimmerschüppchen. Oder, der Glimmer ist reicher entwickelt und bedeckt die Flächen beinah ganz, so dass das Gestein von glänzendem grauem Glimmerschiefer kaum, oder gar nicht zu unterscheiden ist. Zuweilen erscheint auch im Querbruch das Gestein als ein sehr verwachsenes Aggregat kleiner Glimmerblättchen.

Mit dem Schiefer abwechselnd, oder für sich ganze Gebirgsmassen bildend, kommen dunkelgraue dick- oder dünnschiefrige *Sandsteine* vor, mit Kalk- oder Thoncement fest verkittet, die Schieferungsflächen mit glänzenden weissen oder grauen Glimmerblättchen bedeckt. Das Korn ist gewöhnlich fein und in dem dicht verwachsenen Cement nicht erkennbar. Zuweilen ist die Steinart auch eine *Breccie*, mit Kalk-, bräunlich erdigen Thon-, Kiesel- u. a. Theilen. Oder, es haben sich feste *Conglomerate* mannigfaltiger Kalkstein-, Thonschiefer- oder Quarzgeschiebe gebildet.

Als Einlagerungen treten hellgraue bis schwarze *Kalksteine* auf, dicht oder körnig, meist dick- oder dünn-

schiefrig; theils für sich, in beträchtlichen Massen, theils Blatt um Blatt mit Thonschiefer abwechselnd, so dass die einzelnen Kalksteintafeln, wie die Sandsteintafeln, auf beiden Seiten mit Thonschiefer- oder Glimmerüberzng bedeckt sind.

Ein häufiger Begleiter ist *Quarz*, glasig, durchscheinend bis wasserhell, grau, weiss, oder gelblicht. Meist in knotigen Lagern, oder lagerähnlichen Nestern den Schiefer, der fest an ihm anklebt, durchziehend.

Die Formation der Grauen Schiefer erscheint als die ursprüngliche Grundmasse der Mittelzone, aus welcher die anderen Steinarten, die wir bis jetzt kennen gelernt haben, durch Umwandlung und den Zutritt neuer Stoffe hervorgegangen, vielleicht auch für sich aus der Tiefe aufgestiegen sind. Sie ist ferner die älteste in unseren Alpen, welche organische Ueberreste enthält, und die Frage, welcher der geologischen Epochen wir sie einzuordnen haben, ob nur einer, oder mehreren, drängt sich zunächst hervor. Die Gleichförmigkeit der Steinarten, die wir für die jüngsten und ältesten der Formation zu halten berechtigt sind, bei grosser Veränderlichkeit derselben in ihrem Fortstreichen, und die Seltenheit und Vereinzelung der organischen Ueberreste setzen einer Theilung der kaum zu schätzenden Mächtigkeit dieser Schiefer in mehrere Altersformationen schwer zu beseitigende Schwierigkeiten entgegen. Dennoch wollen wir es versuchen, wenn auch nur in sehr schwankenden Zügen, theils nach Lagerungsverhältnissen und Analogien, theils nach den organischen Ueberresten, einzelne Altersstufen zu bezeichnen.

1. Aeltere Schiefer.

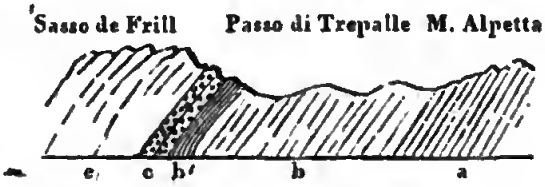
Wir haben in den Alpen von Salzburg ein mächtiges System grauer und grüner Schiefer kennen gelernt, welche zwischen Rothem Sandstein und dem Gneis der Centralmassen liegen, sich durch Reichthum an Spatheisen auszeichnen und, nach allerdings seltenen Petrefacten, als silurisch anerkennt werden müssen. Sucht man diese Schiefer nach der

Schweiz hin zu verfolgen, so findet man bereits in Tyrol und zuletzt noch in Vorarlberg den Rothen Sandstein, welcher die Grundlage der nördlichen Nebenzone bildet, unmittelbar dem Gneis, oder entschiedenem Glimmerschiefer aufgesetzt, die silurischen Schiefer sind unterdrückt oder in Gneis übergegangen, und in der Schweiz werden wir in jener Grundlage das Vorkommen des Rothen Sandsteins selbst in Frage stellen müssen. Er scheint zugleich mit dem in den Ostalpen so mächtig entwickelten Muschelkalk unterdrückt zu sein.

Ein Aequivalent zu den silurischen Schiefern von Dienten lässt sich aber vielleicht im Inneren der Mittelzone auffinden. In der breiten Zone von Kalkstein- und Schiefergebirgen, welche, als Ringgebirge der östlichen Centralmassen, aus Vorarlberg quer durch ganz Bünden nach dem Ortles fortstreichen, zeigt sich in der Grundlage des südlicheren Kalkgebirges ein Rother Sandstein, der kein anderer, als der von S. Anton und Dalaas am Arlberg zu sein scheint, und dieser liegt auf einer Schieferbildung, die zwar bis jetzt keine organischen Ueberreste gezeigt hat, aber petrographisch mit den Schiefern von Pinzgau nahe übereinstimmt und wie diese oft einen krystallinischen Charakter annimmt.

Der Frodotto, der aus V. Furva nach Bormio ausmündet, durchschneidet, in der Nähe des Städtchens, Graue Schiefer und schwarze Kalkschiefer, welche mit 30° nach W fallen, und mit grünen talkigen Thonschiefern in Verbindung stehn. Das abgerundete Gebirge auf der linken Seite des Frodotto scheint bis oben nur diese Steinarten zu enthalten. Auf der rechten Seite erheben sich die Schiefer bis etwa 40 m. hoch über die Thalfläche, die grünen Schiefer herrschen mehr vor in der Grundlage, die schwarzen in der Höhe, und über diesen steigen die hohen Kalkwände auf, in denen weiter einwärts die Strasse des Stilfserjochs eingeschnitten ist. Längs der Strasse nach den Bädern sind meist grüne Schiefer entblösst. Einwärts, durch den flachen Thalboden der Valle di Dentro, besteht das westliche Gebirge stets aus gerundeten, bis oben bewachsenen Massen, und wo der Boden angeschürft ist,

sieht man nur schwarze und graue, sandige Thonschiefer, zum Theil mit braunrother Verwitterungsfläche; der Thalbach und seine Zuflüsse führen keine anderen Steinarten. Auf der linken, nördlichen Thalseite sieht man bei Pedenosso den schwarzen und grünen Schiefer gegen N, unter das hohe Kalkgebirge einsinken, das bei Isolaccia sich auch tiefer senkt und den Schiefer beinah unter den Thalboden verdrängt. In dem steilen Ansteigen von Semogo nach der Wasserscheide zwischen der Adda und dem Inn liegt der Schiefer horizontal, und bis auf die Höhe des Passes zeigen sich auf beiden Seiten weithin keine anderen Gesteine, selbst der Kalk der östlichen Gebirge ist beträchtlich weit zurückgewichen. Längs den einförmigen, lange anhaltenden Weideflächen, die sich, auf der Nordseite des Passes, gegen Trepalle ausdehnen, wird man stets von denselben Schiefern begleitet, nur sind sie hier, in der Nähe der Berninamasse, krystallinischer und weniger zerstörbar, als bei Bormio, und der Weideboden wird zuweilen von nacktem Fels durchbrochen. Auf dem niedrigen, mit Weide bedeckten Rücken, über den der Weg von Trepalle nach Livigno führt, ist man der Nordgrenze dieser Schiefer ganz nahe. Der Graue Schiefer



a Gneis. b' Chloritschiefer.
b Graue Schiefer. c Rother Sandstein.
e Kalk und Dolomit.

steht beinah vertical und geht nach der Grenze zu über in grünen verwachsen chloritischen Schiefer, der Felsriffe bildet und steil N unter den gleich fallenden, etwa 50 Schritt mächtigen rothen Sandstein einschiesst. Auf diesem Sandstein liegt die Kalkmasse des Sasso de Frill, welche in die Gebirge des Pizzo del Ferro und der Bnfalora fortsetzt.

Man durchschneidet dieselbe Formationsfolge, wenn man von Livigno nach dem Pass von Casanna ansteigt.

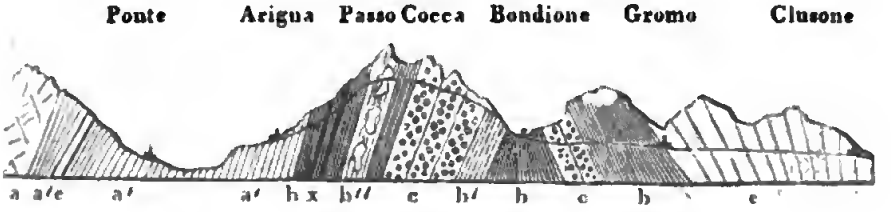
Der Bach drängt sich von Federia her durch Felsen eines dem Glimmerschiefer nahe stehenden, N fallenden Schiefers. Durch diese Schlucht gelangt man in das offene Alpthal und sieht an der linken Thalseite den Rothen Sandstein, der am Eingang beinah. den Thalgrund erreicht, über dem Schiefer hoch anfwärts fortsetzen. Man hat beinah auf den zum Theil mit Schnee bedeckten Rücken des Gebirges anzusteigen, über den der Pass nach dem Casannathal führt, bevor man den hier wenig dicken Rothen Sandstein erreicht. Das tiefere Gestein ist stets ein meist grüner Glimmerschiefer, der zum Theil auch sich dem Gneis zuneigt; und doch kann man nicht bezweifeln, dass es dieselbe Schieferbildung sei, die sich zwischen Livigno und Trepalle als schwarzer Thon- und Kalkschiefer und nur an der oberen Grenze auch als grüner krystallinischer Schiefer darstellt. — Der nur wenig in den höchsten Rücken eingesenkte Pass fällt nach dem Hintergrund des Casannathales steil ab. Der Rothe Sandstein sinkt, etwa eine Wegstunde von der grossen, im Hintergrund stehenden Alphütte answärts, unter den flachen Thalboden. Ueber ihm stehn hohe, meist nackte Kalk- und Dolomitgebirge; unter ihm bestehn die steilen Felsabstürze aus den, zwischen Thonschiefer und Glimmerschiefer schwankenden, dem letzteren jedoch näher stehenden, grünlichen und braunen Schiefern, die auch in Federia herrschen. Auf der linken Thalseite ist denselben dolomitischer Kalkstein, mit gelber Aussenfläche, eingelagert, und weiter auswärts gehn sie in Quarzit über.

Der Zusammenhang der Gebirge und die Aehnlichkeit der Steinarten führen zur Annahme, dass auch die Schiefer des mittleren Veltlin's dieser Gruppe anzureihen seien, obgleich ihre enge Verbindnng mit grossen Massen von Glimmerschiefer, die sowohl in ihrem Fortstreichen, als über ihnen liegen, und ihr Lagerungsverhältniss zu dem Verrucano der Bergamaskergebirge ihre Stellung noch weniger klar, als die der Schiefer von Bormio erscheinen lassen.

Schon Necker trug Bedenken die Schiefer zwischen Boladore und Tirano als wahre Glimmerschiefer anzuerkennen. „Unterhalb Boladore, sagt er, verschwindet der Granit und Syenit, und der Glimmerschiefer steigt auf

beiden Seiten bis in den Thalgrund. In der Nähe von Tirano erleidet dieser Schiefer eine Veränderung, der Glimmer wird ersetzt durch Talk- und Chlorit und geht in einen Thonschiefer, oder einen mit Epidot gemengten Chloritschiefer über, ähnlich den Schiefern von Val d'Aosta, des Simplon und des Gross-Glockners. Dieser Thonschiefer hält an bis unterhalb Tirano und fällt entschieden nach NW."

Ein neuer Anhaltspunkt, zur Vergleichung dieser Schiefer mit denjenigen von Dienten, lässt sich in dem Vorkommen beträchtlicher Massen von *Spatheisen* erkennen, welche seit alter Zeit in dem Gebirgskamm, der das Veltlin von den Thälern des Districtes von Bergamo scheidet, einen wichtigen Bergbau veranlasst haben.



a Granit.
a' Glimmerschiefer.
x Hornblendporphyr.
c Rothes Conglomerat.
b Thonschiefer.
b/ Spilitschiefer.
b// Thonschiefer mit Spatheisen
e Kalkstein.

Dieser Kamm ist von Escher auf dem Passo di Cocca, der aus V. Arigna nach den Quellen des Serio führt, überstiegen worden. Der Weg zieht in dem engen V. Arigna, ziemlich hoch über dem Ostufer des Baches, einwärts. Das nur selten hervortretende Gestein ist rauh schiefriger, talkiger *Glimmerschiefer*, steil N fallend. Derselbe scheint, bis über die, bereits in der Alpenregion liegenden Case del Forno hinauf, unverändert und mit gleichem Fallen anzuhalten. Weiter aufwärts glaubte E. an den westlichen Wänden S Fallen zu erkennen. Man steigt dann über ausgedehnte Trümmerhalden, die vorherrschend aus grauem und grünem *Thonschiefer* bestehn, der nun auch die Thalwände bildet; als mächtige Einlagerungen erscheinen Bänke, oder liegende Gänge von *Hornblendporphyr*, oder *aphanitischem Diorit*, eine graue dichte Grundmasse mit ausgeschiedenen kleinen Krystallen von Hornblende und weissem Feldspath.

Kurz bevor man den Gletscher betritt, sieht man den schwarzen, mit weissen Quarzitlagern wechselnden Schiefer auch schief von einem Dioritgang durchschnitten.

Das Fallen der schwarzen Thonschiefer am unteren Rande des Gletschers ist deutlich sehr steil nach N. Von da bis auf den nur unbedeutend eingeschnittenen Felskamm hat man eine starke halbe Stunde über mit Firn bedeckten Gletscher zu steigen. „Ich glaubte nun, sagt E., der Karte zu Folge erst in den Hintergrund der V. Agneda hinab und dann zum Lago di Cocco übersteigen zu müssen; mein junger Führer versicherte aber bestimmt, dass nicht fern unter den steilen Schutthalden, die sich zu unseren Füssen unter dem Nebel in einen öden Thalgrund hinabsenkten, der See liege, und so war es auch.“ Auf der Höhe des Passes ist *Quarzitschiefer* anstehend, grau, sehr feinkörnig, die Schieferungsflächen durch kleine, weisse Glimmerschüppchen schimmernd, mit 70° N fallend. Es ist derselbe, der im Ansteigen häufig mit dem schwarzen Thonschiefer wechselt. Die Trümmerhalden, die zum See führen, bestehn aus talkig schimmerndem, festem, dick blättrigem Schiefer und Quarzitschiefer. Einige Abänderungen würden sich vortrefflich zu *Dachschiefer* eignen. Ader- und Lagerweise findet sich in diesen Gesteinen viel *Spatheisenstein*. Der See liegt eine kleine halbe Stunde unter der Passhöhe. Unter den Blöcken an seinem Ufer finden sich, nebst den früheren Steinarten, auch grosse Massen eines von Quarzadern durchzogenen *dunkelgrünen Gesteins*, mit dessen unvollkommenen Schieferungsflächen kleine Schuppen von metallischem Glanz, die Eisenglimmer zu sein scheinen, verwachsen sind. So viel der Nebel zu sehn erlaubte, ist das Fallen stets steil N. Eine Viertelstunde unter dem See, steht auf einem ziemlich ebenen Vorsprung die Hütte der Alp Cocca.

Schon auf der Nordseite des Passes hatte der Thonschiefer, durch eingemengte Quarzstücke, theilweise Neigung gezeigt, in Conglomerat überzugehn, und in den Schutthalden zu beiden Seiten des Passes waren nicht selten Blöcke von rothem Conglomerat, gleich dem der Glarnergebirge, vorgekommen. Im Niedersteigen von der Alp

durchschneidet man nun eine sehr mächtige Folge von *Rothem Conglomerat*, gedrängt voll weisser, oft eckigter Quarzstücke. Die Bänke, obgleich meist sehr unklar abgesondert, fallen N.

Südlich von dieser Bildung folgt wieder ein grünes Gestein, ähnlich dem am Coccasee, aber noch dichter und massiger. Die Schieferung hat sich beinah ganz verloren, und die Steinart ist eher als *Spilit* zu bezeichnen. Auch findet man unter seinen Trümmern Stücke von graulich grünem *Mandelstein*. Die dunkelfarbigen, schroffen und knorrigen Felswände dieses massigen Spilits, zwischen denen man äusserst steil nach dem Serio niedersteigt, erinnern an das Murgthal in Glarus. So wie man aber den Serio erreicht hat, führt der Weg, durch den breiten, wiesenreichen Thalgrund, fast horizontal nach Bondione, wo sich ein Hohofen und eine Eisengiesserei befinden. Die Steinart ist wieder Thonschiefer, ähnlich dem der Passhöhe, schwarz oder grau, oft sandsteinartig, steil N fallend.

Von Bondione auswärts sind beide Thalgehänge bewaldet; wo zwischen dem Wald, oder in der Höhe, der Fels sichtbar wird, scheinen die meist mächtigen Bänke nun schwach S zu fallen. Im stets sanfter und anmuthiger sich entwickelnden Thale erreicht man, bei Gandellino vorbei, Gromo; bald nachher sinkt der Schiefer ein unter S fallenden Kalk, und man befindet sich zwischen den Gebirgen der südlichen Nebenzone.

Zwei westlichere Durchschnitte werden die von Escher gewonnenen Resultate vervollständigen.

Das untere Val Venina, gegenüber Sondrio, ist eine tiefe und enge Schlucht, längs deren linkseitigem, steilem Gehänge der Weg beinah horizontal einwärts führt: in der Tiefe der Thalbach, in beträchtlicher Höhe der obere Rand der Schlucht. Nur selten und wenig anhaltend wird zwischen dem allgemein verbreiteten Gesträuche der Fels sichtbar. Es ist vertical stehender oder steil N fallender *Grauer Schiefer*, sehr glimmerig, von dem Schiefer der Tarentaise oder des Wallis nicht verschieden, bald einem Thonglimmerschiefer, bald gewöhnlichem Thonschiefer genähert, mit Säuren jedoch nicht brausend. Bei S. Bartolomeo sind demselben *Grüne Schiefer* eingelagert, hell-

grüne *Strahlsteinschiefer*, *Talkschiefer*, und ein unvollkommen schiefriges Gestein, das an dichten Feldspath erinnert und wirklich, nach Trümmern zu schliessen, in *Hornblendporphyr* übergeht. Erst bei der Thalscheidung, bei Forno, beginnt stärkeres Steigen, man erreicht Ambria, das letzte Pfarrdorf in der wilden einsamen Gegend, und neues Ansteigen führt in das obere Val Venina, ein ödes Hochthal, flach und einförmig, im vorderen Theile ein kleiner Alpensee, der sich einst wohl über den ganzen Thalboden ausdehnen mochte, im fernen Hintergrund eine hohe Schneelehne, die nach dem nur wenig in den Hauptkamm eingeschnittenen Passe ansteigt. Der Grüne Schiefer weicht, bald oberhalb Forno, wieder dem herrschenden Grauen Schiefer und durch das ganze Hochthal, bis auf die Höhe des Passes, sieht man keine andere Steinart. Am nördlichen Ende des See's bemerkten wir Halden von *Spatheisen*, und die Karte gibt Gruben im Hintergrund des Thales an. Jedenfalls gehören diese Einlagerungen von Eisenerzen hier dem Grauen Schiefer an. — Auch auf der Südseite des Veninopasses herrschen die Grauen Schiefer, mit steilem Nordfallen. Nur wenig unterhalb der Höhe des Passes ist ihnen ein fast weisser, dichter Feldspathschiefer eingelagert. — Der schlechte Gebirgsweg führt längs dem rechtseitigen Abhange eines öden, rings von Trümmerhalden umgebenen Thalkessels abwärts, einem steilen Waldrevier zu, unter welchem das oberste Bergamaskerdorf Pagliari steht. Eine Stunde etwa unterhalb dem Passe, noch ehe man den Wald erreicht, tritt der *Verrucano* auf, in verticaler Schichtung, als *Rothes Conglomerat*, mit faustgrossen, fest eingebackenen Geschieben, und lange anhaltend. Aber der Graue Schiefer erscheint wieder bei Pagliari, und beide Gesteine wechseln offenbar mit einander ab. Erst bei Corona gewinnt der Verrucano das Uebergewicht.

Das Thal ist weit abwärts von demselben umgeben. Er bildet steile Felsmassen, ohne deutliche Absonderung, der Kamm felsigt, der Fuss mit Trümmern bedeckt, welche aus grünen und rothen Conglomeraten und den nämlichen Feldspathschiefern und Hornblendporphyren, die auch auf der Nordseite vorkommen, bestehn.

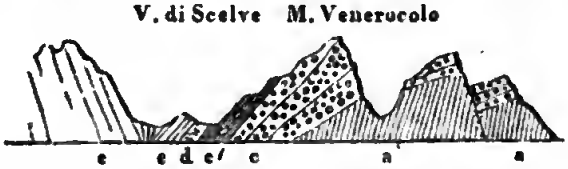
a Granit.
a' Gneis.
a'' Glimmerschiefer.
b Thonschiefer.
e Kalkstein.
c Rothes Conglomerat.
c' Rother Shiefer.
c'' Grüner Verrucanoschiefer.
P Feldsteinporphyr.
d Dolomit.

Nach dem M. Legnone zu scheint der Graue Schiefer des Nordabfalls wieder in wahren Glimmerschiefer überzugehn. Wenn man von Piazza, in V. Brembana, nach dem Passe von S. Marco ansteigt, so verlässt man den *Verrucano* auf dem Alpboden All' Acqua, wo die Strasse aus der früheren nördlichen Richtung sich westwärts einen steilen Abhang hinaufwindet. Diese Höhe, auf deren Rücken sich Alpweiden bis zu dem mittelalterlichen Gasthause S. Marco ausdehnen, besteht aus flach N fallendem, schwarzem, sandigem *Kalkstein*, mit *Thonschiefer* und schwarzem glimmerigem *Sandstein* verwachsen. Breite Tafeln zerfallener Schichten bedecken den Abhang. Auf der oberen Fläche, an der Grenze des Holzwuchses, liegt auf dieser Bildung, mit gleichem Nordfallen, grauer und gelber, dichter *Dolomit* und dolomitischer *Schiefer*, der weiterhin, zunächst am Hospiz, in *Rauchwacke* übergeht. Alles Steinarten, die man mit den Grauen Schiefern des Veninapasses wohl zusammenstellen darf. Wenn man aber nun von dem Hospiz nach dem nahen Joche ansteigt, so tritt *Glimmerschiefer* hervor, stets N fallend, und demnach die Rauchwacke bedeckend. Auf der Nordseite des Passes folgt *Gneis*, mit gleichem Fallen, tiefer abwärts Glimmerschiefer mit Granat, und durch V. del Bitto bis nach Morbegno hinunter wechseln öfters noch beide Steinarten unter sich ab, und das Fallen bleibt constant nach N. Die krystallinischen Schiefer des M. Legnone überlagern hier die Grauen Schiefer, wie am Montblanc oder Gotthard. — Im westlichen Bittothale sollen dem Gneis rothe *Ammonitenkalke* aufgelagert sein (Curioni, Notizie sulla Lombardia, 1844).

Im V. Sassina erscheint, nach Curioni, der Thonschiefer bei Margno und wird als Dachschiefer ausgebeutet. Die reichen Lager von *Spatheisen*, die in V. Varrone den Hohofen von Premana speisen, sind aber dem rothen Conglomerat und nicht dem Thonschiefer untergeordnet.

Ueber die Altersfolge dieser verschiedenen Bildungen erhalten wir vielleicht in östlicheren Gegenden, wo die Lagerung weniger steil und nicht durch das Eindringen von Spilit, Porphyr und anderen abnormen Steinarten in so hohem Grade verwickelt ist, besseren Aufschluss.

Die Conglomerat- und Thonschieferbildung setzt von dem oberen Serio nach V. di Scalve über, wo auch, in Dezzo und Schilpario, grosse bergmännische Thätigkeit herrscht. Das Spatheisen bricht hier im Thonschiefer, als Lager oder Nester von 1 bis 3 Fuss Mächtigkeit, begleitet von Eisenglimmer und Schwerspath. Die beste Uebersicht der Lagerung gewährt der Rückblick von der Höhe des Passes von Campione, der nach V. Camonica führt.



a Glimmerschiefer. d Rauchwacke.
c Rothes Conglomerat. e Kalkstein.
c′ Thonschiefer und Spatheisen.

Das rothe Conglomerat ist abweichend dem, bis in den Hintergrund von V. Camonica fortsetzenden Glimmerschiefer aufgelagert und fällt nach S. Auf ihm liegt, wie es scheint in nicht bedeutender Mächtigkeit, der Thonschiefer mit Spatheisennestern. Dann folgt Rauchwacke und bildet den Uebergang zu dem Kalkgebirge, das hier, wohl nur local, eine synklinale Schichtenstellung zeigt, und weiter südlich zu einer nackten und zerrissenen, ohne Zweifel dolomitischen Felsgruppe aufsteigt.

Dieselben Formationen finden wir in V. Trompia, über dessen Eisenerze und geologische Verhältnisse wir eine ältere, werthvolle Schrift von Brocchi und handschriftliche Nachrichten von Escher besitzen.

Nach Brocchi bildet der Glimmerschiefer, *Leguigno*, die Grundlage, über ihm liegt der Rothe Sandstein, *Salese*, dann folgt graner, glimmeriger Thonschiefer, *Servino*, und auf diesem liegt das *Kalkgebirge*. Das Spatheisen soll lagerartig, sowohl im Glimmerschiefer, als im Thonschiefer vorkommen, niemals aber im Rothen Sandstein, oder im Kalkgebirge. Nach Curioni wird auch im Gneis des Comersee's, bei Dongo nnd in V. Sassina, Spatheisen ausgebeutet; das Erz soll indess nicht anhaltende Lager, sondern kleinere Linsen und Nester bilden, die selten den Abbau lohnen. Aus dem Vorkommen von Spatheisen darf also vorerst in diesen Gegenden kaum ein Schluss auf das Alter einer Bildung gezogen werden, nnd auf diesen Grund allein eine Parallele zwischen dem Servino oder den Schiefern des Coccopasses und dem Schiefer von Dienten zu stützen, kann offenbar nicht rathsam sein.

Es lässt sich aber, wenn wir die Verbindung mit den Formationen des Pinzgau's einstweilen fallen lassen, eine andere mit denjenigen der südöstlichen Alpen versuchen. Der Gedanke, dass die, in Südtyrol so mächtig entwickelte Triasbildnng weiter westlich auch nicht ganz fehlen möchte, bietet sich leicht dar. Auch soll Curioni in den eisenhaltenden Gesteinen der Bergamaskergebirge *Myacites fassaensis*, *Avicula pectiniformis (Halobia Lommelii?)* und *Goniatiten* entdeckt haben. Escher findet grosse Aehnlichkeit zwischen einem knolligen, rauchgrauen Kalkstein, zuweilen dünn geschichtet mit welligen Ablosungen, der in V. Trompia auf den Servino folgt und ihn vom Dolomit scheidet, und deutschem Muschelkalk. Petrefacten fehlen nicht darin. Escher glaubte Spuren von *Encrinites liliiformis* zu sehn; entscheidend sind aber zahlreiche Abdrücke von *Halobia Lommelii*; ein einzelner *Ammonit* ist eher einem Liasammoniten vergleichbar. Jedenfalls ist demnach das Alter des Servino in eine frühere Epoche, als in die des Muschelkalks zu setzen; es muss diese Bildung als bunter Sandstein, als Rothliegendes, oder als noch älter betrachtet werden.

Die Einordnung des Servino und der Schiefer der Bergamaskergebirge und von Bormio in die Triasbildungen würde uns

übrigens in neue Schwierigkeiten verwickeln. Die Hauptmasse des Rothen Conglomerates trägt einen von dem Rothen Sandstein des südlichen Tyrols so abweichenden Charakter, und wo auch sonst der Bunte Sandstein auftritt, ist ihm die den Verrucano bezeichnende Beimengung von Talk, der Uebergang in Talkschiefer, das Vorherrschen von Conglomeraten so fremd, dass jene Zusammenstellung nicht als eine natürliche erscheinen kann. Weit näher steht dagegen dem Bunten Sandstein nach seinem petrographischen Habitus, der Rothe Sandstein von Livigno, und die Verbindung desselben mit dem Rothen Sandstein von Vorarlberg und Nordtyrol lässt ihn als den Repräsentanten des Rothen Sandsteins von Dienten und Werfen erscheinen. Die Bormioschiefer liegen aber unter dem Sandstein von Livigno. Wollte man demnach beide Bestimmungen festhalten und, sowohl den Verrucano der Bergamaskergebirge, als den Sandstein von Livigno als Bunten Sandstein gelten lassen, so müsste die ganze Masse der Schiefer von Bormio und Trepalle dieser Formation untergeordnet werden.

2. Anthracitschiefer.

Auf der Westseite unseres Gebietes, in der Maurienne und Tarentaise, haben wir die Grauen Schiefer als eine Anthracit führende, durch Pflanzenüberreste der Steinkohle ausgezeichnete Bildung kennen gelernt. Wir wollen auch diese Gesteinsgruppe, so weit nach Osten hin, als sich noch Spuren davon zeigen, zu verfolgen suchen.

Die Einlagerung einer mächtigen Zone von Liaskalk, des Kalks von Encombres und Villette, theilt die Anthracitbildung der Tarentaise in eine schmale untere und eine sehr mächtige und ausgedehnte obere Gruppe (s. Fig. S. 91). In Savoyen wird diese Trennung weniger klar, weil der Kalk seine frühere Mächtigkeit verliert und theilweise in schwarze Schiefer übergeht, die nur an den nicht häufigen Stellen, wo sie Belemniten enthalten, von den Anthracitschiefern unterschieden werden können. Will man die

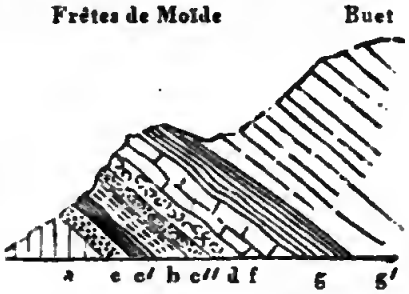
Trennung in zwei Gruppen festhalten, so muss der unterscheidende Charakter in der topographischen Lage und in der Steinart gesucht werden. Die sich näher an den nördlichen Gneis haltenden, zum Theil mit ihm verflochtenen Schiefer, vorherrschend schwarze und graue Thonschiefer und Sandsteine, werden als untere Anthracitbildung; die weiter gegen Mittag verbreiteten, meist durch starken Glimmergehalt ausgezeichneten Schiefer, als obere betrachtet werden können. Für beide wird das Vorkommen von Anthracit und Steinkohlenpflanzen bedingendes Merkmal sein.

Die untere Anthracitbildung, die wir von Petit-Coeur über Beaufort und Megève bis ans Thal der Arve verfolgt haben, setzt, zu beiden Seiten der Aiguilles Rouges, nach der Rhône fort, um am Fuss der Dent de Morcles unter den jurassischen Kalkgebirgen der nördlichen Alpenzone zu verschwinden.

Man findet Anthracitgruben Au Coupeau, am Abfall des M. Bréven gegen den Engpass der Arve, und bei Maillasson, in der Nähe von Servoz, Pflanzenabdrücke am Schlosshügel von Servoz, auf Pormenaz, auf dem Col de l'Ecuelle, oberhalb der Alphütten von Moïde.

Die Folge der Steinarten am Col de Salenton und bei den Alphütten von Moïde oberhalb Servoz ist von Necker genauer beschrieben worden. Unmittelbar auf dem *Gneis* liegen daselbst, bei 2 Klafter mächtig, *Quarzsandsteine*, die wir als *Verrucano* betrachten dürfen. Derselben Formation müssen wir auch die nach der Höhe zu folgenden *rothen* und *grünen Schiefer* beizählen, die bald nur wenige Meter, bald über hundert Meter mächtig sind und im letzteren Fall besonders in rothe Conglomerate übergehn. Auf diese Verrucanomassen folgt der *schwarze Sandstein* und *Schiefer* mit *Farrenkräutern*, deren Abdrücke auch hier durch einen zarten weissen Talkbeschlag gebildet werden. Es erreicht diese Bildung bei Servoz und auf Pormenaz eine grosse Mächtigkeit, am Col de Salenton fehlt sie, weiter nördlich aber gewinnt sie wieder eine bedeutende Stärke. Dieser Anthracitschiefer wird bedeckt durch ein Lager, oder vielmehr durch in einer Ebene liegende linsenförmige Massen von weissem, durch verwitterte Schwefelkiese gelb geflecktem,

Quarz, dann folgt *dolomitischer Kalkstein*, äusserlich gelb und erdig, übergehend in *Rauchwacke*, und auf diesem *schwarzer Kalkstein*, der eine Menge Quarzkörner einschliesst, die an der verwitterten Aussenfläche als Knötchen hervorstehn. Nach der Höhe zu wechselt dieser porphyrartige Kalkstein mit grauem, nicht aufbrausendem Talkschiefer, worin Ammoniten vorkommen, und der für sich den Gebirgskamm der Frêtes de Villy und de Moïde bildet, und auf diesen folgt das mächtige System von Kalkschiefer, das bis in den Gipfel des Buet ansteigt und Belemniten enthält, die zum Theil durch eingedrungene Quarzmassen auseinandergetrieben und stark verlängert worden sind. Ein Profil dieser Formationsfolge würde nach unseren Benennungen sich also gestalten:



a Gneis.
e Quarzsandstein.
e' Rothe und Grüne Schiefer.
b Anthracitschiefer.
c'' Gefleckter Quarzit.
d Dolomitischer Kalk und Rauchwacke.
f Schwarzer Kalk mit Quarzknoten.
g Talkige Schiefer mit Ammoniten.
g' Schiefriger Kalk mit Belemniten.

Favre hat einen Theil dieser Schichtenfolge, mehr den am Col de Salenton vorkommenden Gliedern entsprechend, auf dem Gipfel der Aignilles Ronges wiedergefunden, horizontal dem verticalen krystallinischen Schiefer aufgesetzt. Als oberste, 34 m. mächtige Masse, schwarze und gelbe, zum Theil *talkige Schiefer* und *Kalksteine* mit Spuren von Belemniten, Ammoniten und Encriniten, also jurassisch; tiefer *grauen Kalkstein* mit Adern von Quarz und Kalkspath, abwechselnd mit *schwarzem Schiefer*, bei 5 m. mächtig; dann *Rauchwacke*, nur wenige Meter; als Grundlage, unmittelbar auf den verticalen krystallinischen Schiefern, rothe und grüne *Thonschiefer* und *Quarzsand-*

steine, 9 m. mächtig. Der Anthracitschiefer fehlt also hier wie am Col de Salenton.

An dem Westabfall des Montblanc kommen die Farrenkrautabdrücke auf dem Col des Ouches vor, am Fuss des Dôme de Gouté, in schwarzem Schiefer, der nach O unter den Protogin einzufallen scheint. Mit dem Schiefer ist Gyps und Rauchwacke verbunden, und in der Nähe, ob über oder unter den Steinkohlenpflanzen bleibt auszumitteln, findet man den ersteren ähnliche Schiefer, welche Belemniten und elliptisch verschobene Ammoniten enthalten. Es ist eine Parallelstelle zu Petit-Coeur; an beiden stehn die Schiefer beinah mit dem Gneis in Berührung; aber der Col des Ouches liegt auf der Westseite, Petit-Coeur auf der Ostseite des Gebirges.

In mächtiger Entwicklung zeigt sich der Anthracitschiefer weiter nördlich, in dem Querpass von Trient nach der Tête-noire. — Der schwarze, graue, oder talkige Schiefer, durch den man von Argentière her nach dem Col de Balme ansteigt, mag wohl, wie Necker annimmt, bereits der Ammoniten führenden Folge der Frêtes de Villy angehören. Er fällt auf dem Passe selbst steil nach S 50 O und scheint daher den nahe liegenden krystallinischen Schiefer des Montblanc unterteufen zu müssen. Steigt man vom Passe quer über den Bergrücken, auf welchem die Alphütten von Balme und in ihrer Nähe Anbrüche von Farrenkrautschiefern liegen, so tritt, in der Nähe des westlichen Randes, unter dem früheren Talkschiefer schiefriger Kalkstein hervor, wohl über 30 m. mächtig, nach S 70 O fallend; und nun erst folgen die wahren Anthracitschiefer und Sandsteine, welche der Felsweg der Tête-noire durchschneidet. Gröbere *Conglomerate* von Quarzgeschieben in schwarzem Schiefer wechseln hier, von Trient bis in die Nähe der Barberine, wiederholt mit *schwarzen Sandsteinen* und *Dachschiefern* in fast vertical stehenden oder sehr steil östlich fallenden Lagern, und unmittelbar unter ihnen steigt an der Barberine der Gneis und Granit auf, so dass aller Verrucano hier ausgeblieben ist. Der Trient strömt nach seiner Vereinigung mit der Eau noire nördlich dem Rhônethal zu, in einer engen, mehrere hundert

Meter tiefen Felsschlucht, über deren oberem Rande, an sanfteren Gehängen zerstreut, die Gemeinden Finhaut und Salvent liegen. Der Thalboden bis an die steileren Abfälle der ihn einschliessenden Gebirge besteht aus meist vertical geschichtetem Anthracitsandstein. Bei dem hoch liegenden Lachia und eine halbe Stunde vor Salvent zeigt dieses Gestein ausgezeichnete Rundhöcker mit breiten horizontalen Furchen, als Spuren früherer Gletscherbedeckung. Am Rhônethal ist die Bildung in dem schönen, häufig beschriebenen Profil entblösst, das die Strasse von Martigny bis zur Pissevache durchschneidet.

Die äusserste, am Hügel der Ruine La Batia anstehende Steinart ist *Kalkstein*, schwarz, im Anschlagen klingend, in schöne, steil nach O fallende Tafeln abgesondert. Unter diesem, versteckt schiefrigen Kalkstein folgt

B La Batie.
P Pissevache.
a Gneis.
b Anthracitschiefer.
e Kalkstein.
e' Feldspathschiefer.
g Jurakalk.
i Neocomien.
n Nummulitenkalk.

grauer, nur schwach aufbrausender *Dachschiefer*, der bald in ein sehr festes und hartes, hell grünlich graues, durchscheinendes Gestein übergeht, das Saussure einem *Petrosilex* oder *Feldspathschiefer*, Fournet einem schiefrigen *Phonolith* vergleicht. Nur wenig längs der Felswand gegen den Trient fortschreitend, glaubt man wahren *Gneis* zu erkennen. Das äussere Ansehn der schroffen, schiefrig zerklüfteten Felsen und die mineralogische Beschaffenheit sind gleich täuschend. Die Steinart ist ein Gemenge von weissen Feldspaththeilen und Glimmer ähnlichen Blättchen, welche, genauer betrachtet, mit dem vorhergehenden Feldspathschiefer übereinstimmen. Quarz fehlt. Es scheint ein reinerer, zum Theil krystallinischer, weisser Feldspath sich

zwischen die Blätter des Feldspathschiefers eingedrängt und dieselben aus einander getriehen zu haben, und die Zuleitungskanäle dieser Einmengung glaubt Fournet in den weissen *Euritgängen* zu finden, die hier in auffallender Menge den Fels durchbrochen haben. Theilweise gewinnt das Gestein eine noch höhere krystallinische Entwicklung. Es enthält hronzefarhenen oder schwarzen, stark glänzenden Glimmer und nähert sich dem Glimmerschiefer; oder, der blättrige Bestandtheil zieht sich zurück, die Schieferung wird unklar, es scheint sich ein Feldsteinporphyr ausbilden zu wollen. Immer wieder zeigen sich jedoch die hellgrünen, fettartig glänzenden Blätter und Tafeln, zum Theil wellenförmig gekrümmt, aher nicht wesentlich verschieden von dem umgewandelten Dachschiefer des Hügels La Batia, und unter den Trümmern, die sich am Fuss der Felswände anhäufen, fand Fournet auch Kalkstein, als *weissen Marmor* mit Einschlüssen von *Idokras*. Diese Steinarten halten an, his eine Viertelmeile etwa bevor man die Pissevache erreicht. Dann folgen die Gesteine des Durchschnitts der Tête-noire: schwarze Conglomerate, mit Glimmercement und fest verhundenen, gerundeten oder eckigten Trümmern von Quarz, Granit, Glimmerschiefer; Dachschiefer, die als solche ausgebeutet werden; schwarze, glimmerige Sandsteine mit Nestern von Anthracit. Ueber diese Felsarten stürzt der Wasserfall; eine Anthracitgrube ist in der Höhe auf der linken Seite desselben eröffnet. Aher, noch zunächst am Wasserfall, findet man auch wieder die Lager von hellgrünem Petrosilex oder dichtem Feldspath, es erscheinen Gänge von Eurit, und schon vor Miéville ist die Steinart ein sehr festes krystallinisches Gemenge von Feldspath und Glimmer geworden, von gewöhnlichem Gneis nur durch den Mangel an Quarz unterschieden.

Der Durchschnitt des rechten Ufers der Rhône entspricht demjenigen des linken und zeigt die Verhältnisse noch hesser entblösst. An heiden Enden bilden gneisartige, von Euritgängen durchzogene Gesteine die Fortsetzung der Feldspathschiefer des Trient und von Miéville; zwischen ihnen steigen, in verticalen Lagern, schwarze Conglomerate, Sandsteine und dunkle Schiefer in die Höhe, und als Ein-

D Diablets.
G Les Gorges.
E Erbignon.
I Creux de Jaman.
O Ontre-Rhône.
a Gneis.
b Anthracitschiefer.
c Rothes Conglomerat.
e Kalkstein und Rauchwacke.
g Jurakalk.
i Neocomien.
n Nummulitenkalk.

lagerung fand hier DE SAUSSURE auch weissen Kalkstein, als Fortsetzung wahrscheinlich des am Trient vorkommenden.

Die Entwicklung der Feldspathgesteine, auf beiden Seiten der Anthracitschiefer, ist hier noch weiter als auf dem linken Ufer fortgeschritten: Körner von Quarz sind sparsam eingemengt, fehlen aber nicht gänzlich, der blättrige Gemengtheil ist zum Theil stark glänzender Glimmer. Anf einer geologischen Karte diese Gesteine, wegen ihrer engen Verbindnng mit den Schiefern, mit diesen vereinigen und von den Gneisen und Graniten der Centralmassen trennen, hiesse das Princip, auf welchem die Farben unserer Karten beruhen sollen, in Frage stellen. Mit gleichem Rechte müssten die Grünen Schiefer und Serpentine mit dem Granen Schiefer, die Gypse und Dolomite mit den Kalksteinen gleiche Färbung erhalten, mit demselben Rechte hätten anch viele früher erwähnte Gneise mit ihrem Nebengestein vereinigt werden müssen.

Steigt man aber aufwärts nach der ersten Stufe des Abhanges, wo die Alpen von Collonge und Alesse liegen, oder noch höher, über die Frête de M. Beron, nach dem pflanzenreichen hohen Kesselthale der Foully-alp und ihren kraterähnlichen See'n, so verwickelt sich die Gesteinsfolge in einem bedeutenden Grade. An der SW Ecke der Alp liegt unmittelbar auf dem, bis fast anf diese Höhe ansteigenden *Gneis* ein *Arkose* ähnlicher Sandstein, mit Quarz- nnd Feldspathkörnern, den man als Vertreter des *Verrucano* betrachten kann. Ueber ihm folgt eine cavernöse *Rauchwacke*, in grotesken, wild zerborstenen

Felsen, die Aussenfläche zum Theil braunroth bis ziegelroth, nach der Höhe zu übergehend in schwarzen schiefrigen *Kalkstein*, der nach der Alessealp hin fortsetzt. Auf diesem Dolomit und Kalkstein liegen die *Anthracitgesteine*, als schwarzer, grünlich oder bräunlich grauer Sandstein und rauher Thonschiefer, in Gneis ähnlichen Felsen sich über den ganzen Alpkessel verbreitend und, ohne weitere Bedeckung, den westlichen Kamm der Frête de M. Beron bildend. Die Schichtung ist wenig regelmässig, zum Theil horizontal, im Allgemeinen ist Nordfallen vorherrschend. Die Anthracitgesteine breiten sich hier eben so nach beiden Seiten über die am Fusse des Gebirges sie einschliessenden Gneismassen aus, wie in Oisans, zwischen Val Senêtre und Le Désert. Wie in jenen Gebirgen könnte man auch hier die Ansicht begründet finden, dass die ganze Gneismasse durch eine Metamorphose der Anthracitschiefer entstanden sei.

Im nördlichen Hintergrunde der Alp sieht man den Sandstein mit einer starken Biegung fast senkrecht unter die hohen Kalkwände der Citrambles, den felsigten Vorsprung der Dent de Morcles, einschiessen. Hier liegt *Rauchwacke* auf dem *Anthracitsandstein*, wie an den Frêtes de Moïde, und über ihr der die Hauptmasse bildende schiefrige *Kalkstein*, beide, mit schwächerem Nordfallen, dem Sandstein abweichend aufgelagert, ein Verhältniss, das an Peychagnard bei La Mure erinnert. Auf der Ostseite der Alp bildet der Sandstein eben so den Fuss der Kalkstöcke des Grand Chavalard, an dessen südlichem Abfall er jedoch abzubrechen scheint, da bei Saillon, im Rhônethal, der Kalk des Chavalard, unmittelbar dem Gneis aufsitzt, der hier zuletzt noch aus dem Thalboden auftaucht.

Wenn man aus der Alp über den Beronkamm steigt, so gelangt man, an den Quellen des Jamanbaches, in ein gegen Nord auslaufendes Tobel, dessen westlicher Gebirgsrücken, Les Gorges, in hohen Felsabstürzen gegen die Stufe der Collongealp abfällt. Dieser Rücken der Gorges besteht, in einer Mächtigkeit von mehreren hundert Meter, aus rothem Conglomerat oder *Verrucano*, mit runden

und eckigten Trümmern von Gneis, Glimmerschiefer, Quarz, in kirschrothem, oder auch grünem, thonigem Cement. Die Lagerungsverhältnisse dieser stockförmigen Masse zu den übrigen Gliedern des Gebirges sind nicht klar. Da der Gneis oberhalb Collonge bis nahe an ihre untere Grenze aufsteigt, so scheint man zu der Annahme berechtigt, dass sie demselben unmittelbar aufliege und in Zusammenhang stehe mit dem Arkosesandsteine am SW Rande der Foullyalp; auch fallen die Schichten des Conglomerats schwach östlich unter den Sandstein des Beronkammes ein. Auf Alesse glaubte ich allerdings den Anthracitsandstein eher unter als über dem Conglomerat zu sehn; es mag jedoch diese Anomalie von den auf der Höhe häufigen Störungen der Schichtung herrühren. Auf der Nordseite des Jamanbaches liegt weiter auswärts die Häusergruppe von Erbignon, bei welcher Schiefer mit *Farrenkrautabdrücken* brechen. Diese Schiefer, so wie die sie bedeckenden grobkörnigen Sandsteine oder Breccien fallen nördlich, und über ihnen erheben sich in drohenden Abstürzen die löchrigen gelben Rauchwacken, die als Grundlage des Kalkgebirges nach den Citrambles fortsetzen. Auch hier folgt also, nach der Höhe zu, der Anthracitschiefer auf das rothe Conglomerat, auf jenen die Rauchwacke und dann Kalk.

Es sind bis jetzt, nach den Bestimmungen von Heer und Bunbury, auf Col de Balme (B) und bei Erbignon (E) folgende Pflanzenarten gefunden worden:

Sphenopteris tridactylites Br. B.
Neuropteris Loshii Br. E.
— gigantea Sternb. E.
Neuropteris tenuifolia Schl. B. E.
Neuropteris heterophylla Br. E.
Neuropteris Soretii Br. E.
— alpina Sternb. B. E.
Neuropteris flexuosa Br. B.
Odontopteris Brardii Br. B.
Odontopteris minor Br. B.
Cyclopteris reniformis Br. E.
Cyatheithes Schlottheimii Göpp. B.
Cyatheithes arborescens Br. B.
Cyatheithes polymorphus Br. E.

Pecopteris Pluckenetii Sternb. B. — *Annularia brevifolia Br. B.*

Auf der Ostseite der Montblancmasse lassen sich die unter den Protogin einfallenden schwarzen Schiefer von Entrèves, und die vertical neben dem Gneis fortstreichenden Schiefer des Col de Ferret und des wallisischen Ferretthales noch der *Unteren Anthracitbildung* beiordnen. In der Kalktafel des M. Catogne und ihrer Verlängerung nach Bagne, wo sie mit beträchtlichen Gypsmassen in Verbindung steht, haben wir dagegen vielleicht die Fortsetzung des *Kalks von Villette* zu erkennen, und, unter dieser Voraussetzung, fallen alle Schiefer des südlichen Wallis, die, zu beiden Seiten des Centralgebirges, über den Grossen Bernhard und das Matterjoch mit den Gesteinen des V. d'Aosta zusammenhangen, in das Gebiet der *Oberen Anthracitbildung*.

Die Beschaffenheit der Steinarten steht dieser Folgerung nicht entgegen. Graue, mit Glimmer bedeckte Sandsteinschiefer und dem Glimmerschiefer genäherte Thonschiefer sind, wie im Thale der Isère, oberhalb Bourg S. Maurice, auch in den Gebirgen von Wallis die verbreitetsten Gesteine. Anthracit findet sich an vielen Stellen, am Fusse und auf der Höhe des Gebirges. Gruben oder Anschürfungen auf dieses Brennmaterial kommen vor: auf der Ostseite der Pierre à Voie nach Etablon zu, ferner auf beiden Seiten des Baches Fare, südlich von Iserable, auch bei Haute Nendaz, nach Fey zu. Am Fusse des Gebirges gräbt man auf Anthracit bei Chandoline und hinter Bramois, gegenüber Sitten, und auch bei Grône und Reschy soll derselbe noch vorkommen. Bei Chandoline hat Merian auch Spuren der gewöhnlich die Kohle begleitenden Pflanzenabdrücke entdeckt.

Alle diese Stellen befinden sich allerdings am äussersten Saume des Gebirges, und im mittleren und hinteren Theile der südlichen Wallisthäler scheint der Anthracit unbekannt. Das Fallen der Schiefer von Martigny bis Bramois ist jedoch allgemein nach N 70 O, so dass, wenn auch weiter einwärts, dem Hochgebirge zu, Störungen und

andere Fallrichtungen vorkommen, doch der grössere Theil der Schiefer dem Anthracit führenden Schiefer aufliegen und derselben, oder einer jüngeren Formation angehören muss.

Für die letztere Annahme spricht keine einzige Thatsache. In dem ganzen, von der Rhône und der südlichen Wasserscheide begrenzten Gebiete ist, von der Strasse des Grossen Bernhards bis an die Nufenen, noch keine Spur von Belemniten oder Ammoniten gefunden worden.

In dem grösseren Theile dieses Gebietes fehlen auch die Störungen; die Neigung der Straten wird vielmehr gleichförmiger und schwächer, je weiter man in sie eindringt. In den Thälern Bagne, Erin, Anniviers liegt der Schiefer im mittleren Theile, wo die Thäler sich zerspalten, und bis in die Nähe der Gletscher des Hintergrundes, auf der Linie des M. Pleurenr, Evolena, Ayer, beinah horizontal, oder er senkt sich unter nicht grossen Winkeln gegen Mittag. Je mehr man sich der Centralmasse der Wallisalpen nähert, um so entschiedener und steiler ist dieses südliche Einfallen, längs der ganzen Erstreckung vom Gr. Bernhard über Col de la Fenêtre, Col de Riedmatten, Zynal und Grnben bis nach Stalden. Und weiter ostwärts, wo die Grauen Schiefer durch die Gneisgebirge enger zusammengepresst werden, stellen sie sich zwischen den beiden Gneismauern ganz vertical.

Für die Mächtigkeit dieser Schieferbildung ergeben sich aus ihrer horizontalen Lage Zahlen, welche, wenn man nicht Faltungen annehmen will, für die hier keine Thatsachen sprechen, nur in den ältesten Formationen Parallelen finden. Die Gipfel und Rücken der Schiefermassen erheben sich in jenen Gegenden, z. B. am Sacheneire oberhalb Evolena, bei 2000 m. hoch über den Thalboden, und da dieselben Gesteine bis in unbekannte Tiefe niedersetzen, so sind 2500 m. wohl das Wenigste, das für die Mächtigkeit derselben angenommen werden kann.

Auf die Gestaltung der Gebirge und die Thalbildung in der Schieferregion hat, wie überall in den Alpen, die Erosion eben so starken Einfluss ausgeübt, als die Spaltung und Zerreissung des Bodens, und der sehr ungleiche Widerstand, den die leicht zerfallenden Schiefer, die Quarzite

und die mannigfaltigen metamorphischen Einlagerungen der Zerstörung entgegensetzen, tritt in der Erweiterung oder schluchtartigen Verengung der Thäler, in der Bekleidung des Gebirges mit Vegetation oder seiner Nacktheit deutlich hervor. Die unteren und mittleren Gehänge sind in der Regel mit Wald oder Weiden, in der Nähe der Dörfer auch mit Getreidefeldern und Pflanzungen bedeckt, und der Fels geht auf grosse Entfernungen hin nirgends zu Tage. Auf mässig hohen Gebirgszügen, von 2000 m. bis 2500 m. Meereshöhe, trägt auch der oberste Kamm, der je nach der Schichtenstellung als scharfer Grat oder als flacher Rücken ausgebildet ist, eine Decke magerer Erde und Weide. Wo aber die festere Felsart grösseren Widerstand geleistet hat, erhebt sich dieselbe in nackten Gipfeln und Riffen aus den Schnee- und Eisfeldern, welche die höheren Gebirge bekleiden. An mittleren und unteren Gehängen zeigt sich das Gestein vorzüglich in den tiefen Graben und Tobeln, welche die Bergwasser sich ausfressen, in engen Schluchten und Clusen, an deren Wänden der in der Tiefe strömende Wildbach stets neue Einstürze verursacht, selten an ausgedehnten, von der Schichtenstellung abhängigen Felswänden.

Nachdem man von Sitten her kommend die Rhônebrücke und die breite Thalebene hinter sich gelassen hat, sieht man sich am Fusse des gleichförmig ansteigenden reich bewachsenen Gebirges, welches das Thal der Borgne von dem der Prinze scheidet. Der Abhang trägt, in einer Höhe von nicht ganz 1000 m. über der Rhône, die Sommersitze oder *Maiensässe (Mayens)* der Stadt Sitten und erhebt sich am nördlichen Ende des Gebirgskammes, oberhalb Héremence, auf 2205 m. Meereshöhe. Weiter südlich ist der Kamm mit ewigem Schnee und Gletschern bedeckt. Am Fusse des Abhanges, bei Chandoline, wird mit Unterbrechung, durch Stollenarbeit, das 1 Fuss mächtige Lager von *Anthracit* ausgebeutet. Ueber und unter demselben liegen schwarze Sandsteinschiefer und glimmerige Thonschiefer, mit 30° nach S 60 O fallend. Steigt man nun nach dem 542 m. höher liegenden Vex, so zeigen sich, noch wenig über dem Thalboden *Kalkschiefer* mit Einlagerungen von *Gyps*, die sich nach S 20 O einsenken und

mit den auf der anderen Seite der Borgne mächtig entwickelten Gypsmassen in Verbindung stehn mögen. Der Anthracit streicht im Sinne der Montblancmasse, der Kalkschiefer in der Richtung der Finsteraarhornmasse, und man könnte sich auf diese abweichende Lagerung stützen, um beide als verschiedene Formationen zu trennen. Vielleicht hat aber nur der Gyps eine Störung erzeugt, und die geringe Ausdehnung der bloss gelegten Felsen gestattet kein weiteres Verfolgen. Höher, und bis über die Gabelung des Thales bei Usegne einwärts, wird die Felsart nirgends sichtbar. Die Borgne fliesst in einer engen Schlucht, bei 500 m. tief unter den Thalstufen, auf welchen zu beiden Seiten die Dörfer stehn, und die Thalabhänge scheinen bis in beträchtliche Höhe bedeckt von der dicken Schuttmasse, welche bei Usegne die bekannten, gegen 30 m. hohen Pfeiler bildet und grosse Blöcke der im Hintergrund anstehenden Gebirgsarten einschliesst. Aehnliche Schuttmassen haben früher das Einfischthal und wohl auch die übrigen südlichen Wallisthäler ausgefüllt. Bei Héremence jedoch, sowohl nach der Borgne hinunter, als südlich gegen Marche zu, tritt horizontaler grauer und grüner *Talkschiefer* hervor, aber nur beschränkt, und noch weit einwärts behalten beide Thäler ihren einförmigen Charakter.

Wendet man sich links nach dem Thale von Evolena, dessen vergletscherter Hintergrund mit den hohen Eisgipfeln der Dent Blanche und Dent de Rong schon vorn im Thale das Auge auf sich zieht, so stösst man, eine halbe Stunde vor Evolena, auf einen hohen, quer durch das Thal streichenden, schroff abgestürzten Felsdamm, durch welchen eine schmale Cluse der Borgne und der Strasse einen Durchgang gestattet. Das Gestein ist *Grüner Schiefer*, Strahlsteinschiefer, Serpentinschiefer, Cipollinschiefer und Quarzit, die Schichtung fällt südlich, der mittägliche Abfall des Walles ist sanft abgedacht und mit Vegetation bedeckt. Man gelangt durch denselben in die vollkommen ebene Thalfläche von Evolena, die auch weiter einwärts, bis wo sie, bei Haudères, durch einen ähnlichen Querdamm sich abschliesst, meist von Grünem Schiefer, Quarzit, Marmor u. a. metamorphischen Gesteinen umgeben ist. Von

Haudères gegen den Ferpeclegletscher bin, zeigt sich wieder gewöhnlicher Grauer Schiefer, horizontal, höher aufwärts bedeckt von Grünem Schiefer. Auch gegen S. Barthélemy einwärts, am Fuss der Dents de Vejuy, treten schwarze Schiefer und Kalksteine hervor, hier nun wieder dem allgemeinen Südfallen folgend, während die obere Hauptmasse des Gebirges aus Grünem Schiefer bestebt.

Von Evolena führen zwei Pässe nach dem Hintergrund von Heremence. Ein oberer über S. Barthélemy und den Col de Riedmatten oder de l'Evêque, 2939 m.; ein unterer über den Col de Maigna, 2238 m. Auf dem ersten Wege erreicht man von S. Barthélemy aus die Alp Arolla, von wo man eine der wundervollsten Gebirgsansichten auf den hreiten M. Collon, die Felsreihe der Dents des Bouquetins und den zwischen ihnen liegenden langen Arollagletscher geniesst. Der Fels geht selten zu Tage, die wenigen Anschürfungen zeigen glimmerigen Schiefer und dolomitischen Kalkstein. Der letztere scheint in der Höbe der linken Thalseite, an den Pointes Rouges, in grosser Ausdehnung zu herrschen, horizontal oder schwach S fallend. Im Ansteigen von der Alphütte nach dem Passe tritt schwarzer Schiefer und gelblichter Dolomit, verwachsen mit weissem Marmor und dunkelgrauem körnigem Kalkstein hervor, vorherrschend den nördlichen Gebirgskamm bildend. Auf dem schmalen gegen Westen schroff abgestürzten Felspasse herrscbt horizontal liegender Grüner Schiefer, und von Mittag ber stossen an denselben Felsen eines Granit ähnlichen Gesteins, das auch nur eine Ahänderung des Grünen metamorphischen Schiefers zu sein scheint, indem der Glimmer durcb Epidot, einen steten Begleiter der grünen Schiefer, ersetzt wird. Dieser Granit bildet die rechtseitige Gandecke des nacb Cheilon ahfliessenden Durandgletschers. Man übersieht vom Passe aus das ganze, noch so wenig bekannte Gletschergebiet, das den Hintergrund der Barmaalpen von Cermontana und V. Pellina scheidet, den langen Schneerücken des Grand Hautemma, dessen Gletschermasse den Hauptstamm der hier von allen Seiten her zusammenfliessenden Eisströme hildet, die westlich vorstehende Kuppe des Mantet (Montblanc bei Frö-

bel) mit grünlichen Schutthalden, wohl aus Grünem Schiefer oder Chloritgneis bestehend, die noch mehr vorstehende Felsreihe der Becca de Motet und des hohen Gipfels von La Salla oder Liapez, deutlich aus schwarzem Schiefer bestehend, der auch hier also das grüne, mehr krystallinische Gestein unterteuft. Ueber den Gr. Hautemma müsste man direct nach V. Pellina gelangen, und er scheint daher verschieden von dem Berge, den man uns in Cermontana als Hautemma bezeichnete. Längs dem ganzen Gehirgsabhang, vom oberen Durandgletscher, hoch über Cheilon durch, bis zur Lautarethütte, enthalten die Trümmerhalden des höchsten Kammes beinah ausschliesslich Graue und Grüne Schiefer und chloritische Quarzitschiefer, in denen auch wohl hier und da ein weisses Feldspaththeilchen erscheint und einen Uebergang in Chloritgneis vorbereitet. Höchst sparsam nur zeigen sich Trümmer von Serpentin, Diallagschiefer und Gahbro. Auch der Thalboden, mit den Geschieben aller, oft die ganze Alpfläche in einen See verwandelnden Zuflüsse des Thalhintergrundes bedeckt, zeigt nur Trümmer derselben Art und fast ausschliesslich schwarze Schiefer.

Der untere Pass führt am nördlichen Fuss des Voassongletschers vorbei, der von dem Gebirgsstocke abfällt, um welchen sich der Riedmattenpass südlich herumbiegt. Man steigt nordwestlich von Evolena steil durch Wald bis zur Alp Voa, von welcher aus man die ganze Gebirgsmasse der Pointes Rouges und des Voassongletschers übersieht. Die in der Nähe zu Tag gehenden Felsarten sind graue und schwarze Schiefer und Kalksteine. Auch der obere Kamm, die Höhe des Passes, nach welchem man von der Alp Maigna durch lange Weidgehänge ansteigt, besteht nur aus zertrümmerten Kalklagern, Kalkbreccien und Schiefer. Die Westseite des Gebirges ist hier schroff und felsigt abgestürzt, und über steile Trümmerhalden und hervorstehende Schichtenköpfe gelangt man in südlicher Richtung nach der Passe de Miribi, wohl über 1000 Meter hoch über der Alp dieses Namens, im Hintergrund des Thales von Heremence. Die Steinart längs diesen Abstürzen ist stets Kalk und Schiefer, grau oder schwarz,

nur sehr untergeordnet zeigen sich Trümmer von Grünem Schiefer und chloritischem Quarzit, die von den höheren Felsstöcken herzustammen scheinen. Ich verfolgte dieselbe Richtung, dicht unter dem Gletscher von Merderé durch, stets über gleich schlechte Abstürze, und gelangte so, ohne von neuem steigen zu müssen, nach Barma. Gewöhnlich zieht man es vor, um dem drohenden Trümmerabfall des Gletschers auszuweichen, den Umweg durch die Alpen von Miribi zu nehmen. Den letzteren Weg lernte ich in einem anderen Jahre kennen, indem ich direct von Heremence, durch den langen und engen Thalgrund von Marche, Barma erreichte. Von Marche, 1334 m, hat man noch 885 m zu steigen, bis auf den ebenen Grund des Barmathales. An der schroffen Stufe bildet der Thalbach einen ausgezeichneten Wasserfall. Die Steinart dieser Stufe ist hoch krystallinischer Chloritschiefer, und unerwartet zeigt derselbe hier, und auch an den Seitenwänden des Thales, verticale Schieferung, im Streichen von O nach W. Die Schieferung scheint also hier, wie so häufig im Westen von England, verschieden von der Schichtung, denn in der ganzen Umgebung herrscht horizontale oder schwach S fallende Lagerung. Auf der Höhe der Stufe windet sich der Weg zwischen Hügeln derselben Chloritschiefer durch, bevor man den offenen Thalgrund erreicht. Es sind ausgezeichnete Rundhöcker, mit Furchen, Streifen, Riesentöpfen, wie sie gewöhnlich am Rande der Gletscher vorkommen, und man gewinnt die Ueberzeugung, dass der Durandgletscher, wohl durch die von der Seite herabströmenden Gletscher verstärkt, sich einst bis auf diese Stufe, beinah eine deutsche Meile von seinem jetzigen Ende, ausgedehnt und den ganzen, auch jetzt noch einem entblössten Gletscherboden ähnlichen Grund des Barmathales bedeckt habe. Auffallend sind hier, wie in anderen südlichen Wallisthälern, die vielen fremd klingenden Benennungen. Eine Höhle im unteren Thale heisst die Höhle von *Arzinol*, die Rundhöckergruppe am Ausgang des Barmathales, *Les Rocs de Zarchio*, die östliche Felswand, *La Paré de Zodric*, die westliche *La Paré de la Blave*.

Von Marche führt ein nicht beträchtlich hoher Pass,

der Col d'Orséra, nach der *Montagne nouvelle de Nendaz* im Prinzethal; weiter südlich deckt der grosse Gletscher von Prafleuri, aus welchem die Prinze entspringt, das Gehirge nnd gestattet keinen Uehergang bis oherhalb Barma. Ich hatte in einem Vormittag den Weg von Evolena über Maigna nach der unteren Barmahütte gemacht und henutzte die zweite Hälfte des Tages zum Uebergang nach Bagne. Die obere Barmahütte liegt etwa 250 m. hoch über der unteren, in einem weiten und unehenen Kessel der linken Thalseite, in welchen sich Trümmerhalden von schwarzem Schiefer, Schneelehnen und Gletscher herahsenken. Der Weg nach Bagne führte mich in südwestlicher Richtung erst längere Zeit durch das Steingetrümmer, das der Eculaygletscher vor sich her schieht, dann den Gletscher selhst aufwärts. Nach glücklichem Durchsetzen des Bergschrundes, der seinen oheren Rand vom Gehirgskamme trennt, hatten wir noch hei 10 m. senkrecht ein zerfallenes Felsriff von Chloritschiefer und chloritischem Quarzit zu erklettern, und standen nun auf der Höhe des Col de Crêt, der als ein schmaler, kaum eingeschnittener Felsgrat sich gegen Mittag an den M. Pleureur anschliesst. Eine lange Schneelehne ahwärts gelangten wir auf einen terrassenartigen, ganz flachen Boden, auf seiner Süd- und Westseite von einem Wall von Felshlöcken und Gehirgsschutt umschlossen, den schon Venetz mit Recht als eine alte Gandecke hezeichnet hat. Nur wenig unterhalh diesem verlassenen Gletscherhoden steht die Alphütte Le Crêt, noch mehr als tausend Meter über der Thalfläche von Bagne.

Die rechte Thalseite von Evolena steigt, wie die linke des Thales von Heremence, zu einem hohen, nnr wenig eingeschnittenen Gebirgskamme auf, den man jedoch anf mehreren Punkten nach dem Torrentthale ühersteigen kann. Der Weg nach dem 2955 m. hohen Torrentpasse führt von dem, auf einer Thalstufe stehenden Dorfe Villa, durch Weidgehänge aufwärts, und erst auf der Höhe zeigt sich der Fels. Es ist grauer Talkschiefer, S fallend, und his auf den ersten Alphoden des jenseitigen Ahhanges, tritt kein anderes Gestein hervor. Weiter ahwärts folgen Grüne Schiefer, wohl als Fortsetzung der ausserhalh Evolena

anstehenden, und bald machen auch viele Blöcke von Serpentin sich bemerkbar, die wohl von einem in der Umgebung des Sacheneire vorkommenden Anbruche berstammen müssen. Im Thalboden und in den Halden des Thalbintergrundes findet man nur Graue und Grüne Schiefer. Wahrer Gneis oder Granit scheint in dem Hintergrunde dieses Thales eben so wenig, als in dem von Heremence, in grösserer Ausdehnung aufzutreten. Man lernt jedoch diesen Hintergrund noch besser kennen auf einem südlicheren Passe, der, 2953 m. hoch, von Handères über die Alp Bréona führt. Auch hier zeigen sich, bis hoch oberbalb Haudères, nur Graue Schiefer, und erst in der Nähe der Alphütten treten Grüne Schiefer auf, so dass die wohl bei 300 m. mächtige Lage von Grauem Schiefer, sowohl auf Grünem Schiefer liegt, als davon bedeckt wird. Auf Bréonaalp, und von da bis auf den Kamm, erhebt sich aber aus diesen Schiefern ein mächtiges Riff von Serpentin, von welchem die vielen Blöcke dieser Steinart herrühren, die zwischen Evolena und Villa den tieferen Abhang bedecken. Ob dieser Serpentin eine Einlagerung in der Schiefermasse bilde, oder als ein verticaler Dyke sie quer durchsetze, ist schwierig zu beurtheilen, die Gestaltung der Felsen lässt eher auf das letztere Verhältniss schliessen. Auf der Ostseite des Passes setzt der Serpentin, in rauhen Felsen aus dem Abhang hervortretend, bis an den Gletscher von Moëre fort, der nach dem Grand Cornier, dem nördlichen Zwillingsgipfel der Dent Blanche ansteigt.

Oestlich von Anniviers, in Oberwallis und Bünden, fehlen uns sichere Beweise einer Fortsetzung der Anthracitschiefer; Kohlenpflanzen scheinen in der Mittelzone erst auf der Stangalp, auf der Grenze von Kärnthen, Salzburg und Steiermark, wieder aufzutreten. Escher glaubt indess Spuren dieser Bildung im Thale von Engelberg und auf der Ostseite des Tödi, am Bifertengrat gefunden zu haben. An letzterer Stelle, in ungefähr 2500 m. Meeresböhe, werden die obersten quarzreichen Talkschiefer begleitet von schwarzen Schiefern, die in Sandstein und Conglomerat übergehn, ähnlich den Gesteinen der Tête-

noire oder von Outre-Rhône, und 2 bis 4 Zoll starke Streifen von Anthracit einschliessen.

3. Jurassische Schiefer.

Mit grösserer Unsicherheit noch, als die vorigen zwei Abtheilungen, unterscheiden wir eine Gruppe Graner Schiefer der Jurazeit. Die einzige Andeutung dieser Epoche finden wir in dem Vorkommen von *Belemniten* und *Pentacriniten*. Die ersteren kommen aber, wie wir wissen, auch in so enger Verbindung mit Kohlenpflanzen vor, dass es sich entschuldigen liesse, wenn ihr erstes Auftreten in eine weit ältere Zeit, als gewöhnlich angenommen wird, gesetzt würde. Pentacriniten erscheinen zu S. Cassian schon im Trias. Beide Geschlechter können auch die Kreide bezeichnen. An eine nähere specifische Bestimmnng ist, bei der schlechten Erhaltung der bis jetzt in unserer Mittelzone anfgefundenen, vereinzelten Petrefacten, nicht zn denken.

Mehrere Fundorte von Belemniten, in den Umgebungen der Montblancmasse, gehören dem in den Anthracitschiefer eingelagerten Kalk an und bleiben hier unerwähnt. Dagegen können wir dem Grauen Schiefer die Belemniten von Mont Joli einordnen, diese wnnderbar aus einander gezogenen, oder vielmehr zerstückelten Körper, deren organischen Ursprung man bezweifelt hatte, bis ganz entscheidende Exemplare gefunden wurden. Man glaubt erst Kluftausfüllungen des Schiefers zu sehn, in die Quere abwechselnd aus weissem Quarz und fasrigem schwarzem Kalkstein bestehend, und erkennt erst nach genauer Untersuchung in dem letzteren die Trümmer eines Belemniten, welche durch Quarz wieder verbunden worden sind. — Das Fallen bei Megève, wie im Thale von Montjoie, ist allgemein gegen S 70 O und die Belemnitenschiefer des M. Joli sind daher jedenfalls den Anthracitgesteinen von Héri, Flumet und Salenche aufgesetzt, so dass die Lagerung sich mit unserer Altersbestimmung nicht im Widerspruch befindet.

Die nächsten Stellen, wo wir, gegen Ost zu, animale Ueberreste im Grauen Schiefer finden, liegen auf beiden

Seiten der Gotthardmasse. Auf der Höhe der Furca wurden Belemniten zuerst 1842 von Escher, in dem Glimmerschiefer ähnlichen schwarzen Schiefer entdeckt, der daselbst mit Kalkschiefer und schwarzem körnigem Kalk wechselt und sehr steil N unter den Gneisfächer des Galenstocks einschiesst. (S. 179.) Weniger selten sind die Belemniten auf dem Passe der Nufenen (S. 196), doch wurden sie auch hier von Saussure und vielen, vor und nach ihm durchreisenden Geologen übersehn, und erst 1814 von Charpentier und Lardy aufgefunden. Auf der abgewaschenen Aussenfläche der vielen, von der südlichen Felswand herabgestürzten Blöcke fallen doch die aus weissem Kalkspath bestehenden, oft mehrere Zoll langen Belemniten leicht in's Auge. An diesen Blöcken lässt sich am besten auch die Steinart untersuchen. Die Grundmasse ist ein schwarzer, fein und verwachsen blättriger Thonglimmerschiefer. Reinere, 1 bis 2 Decimeter dicke Streifen wechseln mit gleich dicken, voll kleiner Knöpfchen, welche unvollkommen ausgebildeter Granat zu sein scheinen, und in diesen knotigen Streifen vorzugsweise kommen die Belemniten vor. In einigen Streifen, worin ich indess keine Belemniten sah, ist der Granat deutlich entwickelt, und mit ihm ein prismatisches, Staurolith ähnliches Mineral mit krystallinischer Spaltbarkeit, das näher zu untersuchen ist. An der verwitterten Aussenfläche treten die Granaten und Prismen, dicht gedrängt, reliefartig hervor.

Die schwarzen Schiefer stehn auf der Westseite der Nufenen vertical, neben dem ebenfalls verticalen Gneis, Dolomit und Gyps. Auf der Höhe des Passes fehlen die Mittelgesteine; der schwarze Schiefer grenzt unmittelbar an den Gneis, und das Fallen ist steil nach S. Dieses Südfallen zeigt sich auch im Ansteigen nach dem Griespass, oder, gegenüber Airolo, nach den Alpen von Curscellina und Campo la Torha. Weiter südlich, auf der Höhe des Griespasses, werden die Schiefer vertical, und an der Südseite und auswärts nach Bettelmatt und Pommat, fallen sie nach N. Die schwarzen Schiefer zeigen hier die nach oben aus einander laufende Fächerstructur der centralen Gneismassen. — Die Steinart ist überall dieselbe, in Pommat, Valdesch, Bedretto; ein schwarzer, schim-

mender, verwachsen fein schuppiger Thonschiefer, rein, oder mit Granatknötchen, mit Einlagerungen von schwarzem, körnigem oder schiefrigem Kalk, zuckerartigem Dolomit, Gyps. Belemniten fand ich auch bei Fontana, gegenüber Airolo, und am Lukmanier.

Es verbreitet sich diese Bildung über den Scopi und die Greina weit nach Bünden hinein, in die Thäler Lugnez, Savien, Schams, Oberhalbstein. In ihr sind die berüchtigten Engpässe der Via mala, des Schyn, des Versamer-Tobels eingeschnitten. Das dem Glimmerschiefer genäherte krystallinische Gefüge ist in grösserer Entfernung von centralen Massen, weniger auffallend. Die Steinart ist ein mit grauem Glimmer bedeckter Sandsteinschiefer, oder leicht zerstörbarer Thon- und Mergelschiefer, oder Kalkschiefer, mit dicken, knotigen Einlagerungen von Quarz; kaum verschieden von den Gesteinen oberhalb Brig im Wallis, oder von S. Foy in der Tarentaise, oder von den Umgebungen von Barcelonnette.

Organische Ueberreste sind auch in Bünden grosse Seltenheiten. In einem Stück schiefrigen Kalks vom Piz Beverin fand sich ein *Belemnit*, den man als einen Liasbelemniten erkennen will. Auf der Höhe des Kammes, der die nach Andeer gehörende Alp Albin von dem Thale von Presanz scheidet, wechseln talkige graue Schiefer und schiefrige Breccien, nicht verschieden von den Talkbreccien der Tarentaise, mit dünnen Lagern von dunkelm körnigem Kalkstein, der eine Menge organischer Ueberreste einschliesst: meistens unbestimmbare Bruchstücke, zum Theil wohl Trümmer von *Krinoiden*, aber auch deutliche *Belemniten*. Auf beiden Seiten des Julier's findet man Petrefacten in den Trümmerhalden der Kalk- und Schiefermassen, welche dem Granit und Syenit zur Grundlage dienen. Zweifelhafte Ueberreste, vielleicht von *Belemniten*, fanden wir in Alpascel, am Ostabfall von Gravesalvas; deutliche *Belemniten*, zugleich aber auch *Fucoiden*, die von den gewöhnlichen Fucoiden des Macigno oder Flysch nicht verschieden scheinen, in dem Kalkschiefer der Alp Agnei,

Dieser Gruppe des Grauen Schiefers können wir auch

die Thon- und Kalkschiefer des Unterengadins und ihre Fortsetzung nach Samnaun anreihen (S. 273).

Allerdings fallen die glimmerigen Schiefer von Tarasp und Schuls südlich unter das Kalk- und Dolomitgebirge des Piz Pisoc und S. John des Scarlthales ein, und man möchte aus diesem Grunde versucht sein, sie mit den Schiefern von Bormio und Livigno zu vereinigen. Es fehlt jedoch in Engadin, zwischen dem Schiefer und Kalk, der Rothe Sandstein, der auf der Südseite des Kalkgebirges, im Münsterthal, bei Forno, in Federia, auf Casanna, den tieferen Schiefer vom Kalkgebirge trennt, und der obere Schenkel des Kalkgebirges erstreckt sich horizontal so weit nach S, dass man wohl annehmen muss, er befinde sich in der natürlichen Lage und sei in der Tiefe zugleich mit dem Schiefer zurückgebogen worden. Wenn man ferner, durch Ramosch, auf der vortrefflichen, fast horizontalen Strasse, welche die Sinser nach ihren Alpen geführt haben, sich von der Eruptionsspalte und den verwickelten Gesteinsmetamorphosen des Engadins entfernt, so wird der Schiefer mehr und mehr gewöhnlichem Kalk- und Thonschiefer gleich, der Glimmer bleibt weg, die Festigkeit nimmt ab, es stellen sich knotige Lager von Quarz ein, die Schichtung wird horizontal, und die Bildung ist in keiner Weise zu unterscheiden von dem Schiefer der Via mala, oder des Schyns. Man möchte sie sogar mit noch jüngeren Schieferbildungen vergleichen und eher Fucoiden, als Belemniten zu finden erwarten.

Es hat jedoch Escher, sowohl *Belemniten*, als Durchschnitte von *Echinitenstacheln* auf Alpbella, oberhalb Compatsch in Samnaun, in körnigem, dunkelgrauem Kalk gefunden, der dem Grauen Schiefer dieser Gebirge untergeordnet ist. Im Ansteigen von Serfaus nach dem Furglenpass, der aus dem Innthal nach Paznaun führt, fand Escher steil N 40 W fallende glimmerreiche Kalkschiefer, mit Zwischenlagern und Adern von Quarz und Braunspath, ganz ähnlich den Gesteinen bei Chur, oder in Lugnez. Eine halbe Stunde oberhalb der Alphütte glaubte er in einem Stück dieser Schiefer einen aus einander gerissenen Belemniten zu erkennen. Höher folgten, mit 70°

nach N 20 W fallend, schwarze glänzende Dachschiefer; es sind die obersten, noch sedimentären Charakter tragenden Gesteine, und nur etwa 6 m. über ihnen, mit gleichem Fallen, erscheinen hoch krystallinische *Grüne Schiefer*, vielfach von Adern und Lagen weissen Quarzes durchzogen. Der Abhang ist bedeckt mit Blöcken dieser grünen Gesteine, denen sich auch braune Glimmerschiefer und Hornblendschiefer beimengen, und sie bilden offenbar den Kamm des Gebirges. Eine lange Schneelehne führt von diesem abwärts in den felsigten Hintergrund der Mederigalp. Auch hier herrschen dieselben graulich grünen Steinarten, die Escher mit *Gigantolith* vergleicht; viele Blöcke, vielleicht von Gängen herstammend, bestehn auch aus Gemengen von Quarz und weissem Glimmer. Der Hintergrund des Isgolanzthales zeigt eine bei 150 m. hohe, dunkle Felswand dieser Bildung, an welcher, so wie an den kahlen rauhen Seitenwänden des Thales, keine Spur von Schichtung wahrzunehmen ist. Am Isgolanzbache abwärts tritt aber bald wahrer Glimmerschiefer mit Quarzstraten hervor, erst mit 70°, tiefer mit 50° N fallend, und die nördliche Thalseite des engen Paznaunthales besteht offenbar aus denselben oder verwandten Steinarten, aus Glimmerschiefer und Gneis, die aber steil S fallen.

Von Kappl durch das Vignizthal aufwärts, überstieg Escher zum zweitenmale diese Kette. Der Glimmerschiefer hält hier an bis zur Vereinigung der obersten Thalverzweigung, aber der Kamm und die höheren Gipfel bestehn aus anderen Gesteinen. An der Mittagseite der Vesulspitze bemerkt man ausgedehnte eisenschüssige Halden, und seine knorrige Gestalt, ohne Spur von Schichtung, lässt auf eine Fortsetzung der dunkeln, krystallinischen Gesteine des Furglerpasses schliessen. Dieselben dunkeln, knorrigen, ungeschichteten Felsen zeigt der Bürkelkopf, und am Passe selbst sind die früher gesehenen grünen Gesteine wirklich anstehend. Aus ihnen bestanden auch die Trümmer an dem, noch mit Schnee bedeckten Alpensee, auf der nach Samnaun abfallenden Seite des Grates. Bald jedoch erschienen auch die Kalkschiefer von Serfaus wieder, mit steilem N Fallen, auch hier also die grünen Gesteine des

Kammes und die Glimmerschiefer von Paznaun scheinbar unterteufend. An der östlichen Thalwand sieht man diese Grauen Schiefer ein hoch aufgeworfenes Gewölbe bilden. In dieser Gegend auch, im Bach unter den obersten Hütten von Alpbella, gelang es Escher deutliche *Belemniten* und Spuren von *Echiniten* zu finden, und später schlossen sich an diese Ueberreste noch *Belemniten* und *Pentacriniten* vom Greitspitz an.

4. Flysch.

Ob wir annehmen sollen, dass auch *Flysch*, d. h. der Fucoiden enthaltende eocene *Alberese* und *Macigno*, in die Mittelzone eingreife, hängt grossentheils ab von unserer Wahl der Grenze zwischen der Mittelzone und der nördlichen Kalkzone. Wie in den südlichen, französisch-piemontesischen Alpen ist nämlich diese Grenze an mehreren Stellen unbestimmt und der Willkühr überlassen. Es wird ferner, wie in so vielen Fällen, die Scheidung der Formationen erschwert, oder unmöglich gemacht, durch die grosse mineralogische Aehnlichkeit der Steinarten.

Die Schiefer der Hochwangkette, welche Schalfick und Prättigau trennt, scheinen als wahre Flyschschiefer betrachtet werden zu müssen. Sie enthalten bei Peist in Fondey und auch südlich von der Plessur, in Erosa, die gewöhnlichen Fucoiden, und sind kaum zu trennen von den Fucoidenschiefern des Prättigau's und den mit Nummulitenkalk abwechselnden Schiefern von Pfeffers. Wenn man aber von Chur über Malix das Hochthal von Parpan und Lenz ersteigt, so ist man stets von denselben Schiefern begleitet. Wie in Schalfick, am südlichen Abfall der Hochwangkette, ist auch im Ansteigen von Chur nach Malix, das Fallen gegen S gerichtet, und es scheinen demnach die Schiefer von Schalfick die Grundlage, sowohl des ganzen Hochlandes von Erosa und aller ihm aufgesetzten Ketten, als des Transerberges und Vatzer Schafkopf's zu bilden. Mit dieser Folgerung sind jedoch andere Thatsachen nicht verträglich. Der Kalk des Weiss-

horns, oberhalb Parpan, enthält, wie wir sehn werden, jurassische, oder höchstens Kreidepetrefacten und ist jedenfalls älter als der Flysch; die Grundlage des Schafkopf's ferner setzt fort in die Schiefer der Via mala und der Gebirge von Schams, und diesen Schiefern ist das Gebirge zwischen Albin und Presanz mit seinen Belemniten eben so aufgesetzt, wie das Weisshorn dem Schiefer von Malix. Entweder muss demnach auch hier wieder eine Ueberschiebung älterer über jüngere Bildungen angenommen werden; oder, die Schiefer des Hochwang, ungeacht ihrer Fucoiden, sind nicht Flysch, sondern jurassisch, wie die Schiefer der Agneialp am Julier, welche mit den Fucoiden auch Belemniten enthalten.

VII. Kalkstein und Marmor.

Grössere und kleinere Massen von Kalkstein treten in der Mittelzone in mannigfaltigen Abänderungen auf, von grauem oder schwarzem dichtem Kalkstein bis zu weissem salinischem Marmor und Cipollin. Der gewöhnliche, graue Kalkstein steht in der Regel mit dem Grauen Schiefer, auch wohl mit Grünem Schiefer und Serpentin in Verbindung, der Cipollin erscheint meist als Einlagerung im Grünen Schiefer, oder im Glimmerschiefer, der salinische Marmor im Glimmerschiefer und Gneis. Es ist unverkennbar, dass dieselben Einflüsse, unter denen die Schiefer, in mächtigen Gebirgszügen, in dem einen zu Grauen Schiefern, in einem anderen zu Grünem, in einem dritten zu Glimmer- oder Feldspathschiefer geworden sind, sich auf die mit ihnen verbundenen Kalksteine auch erstreckt haben. Den die krystallinische Entwicklung begünstigenden Einflüssen haben sich, in ihrer vorherrschenden Abänderung, selbst die schwarzen Kalksteine nicht entzogen: sie sind im Anschlagen klingend, dickschiefrig oder in Platten abgesondert, die Oberfläche

ist mit einem Glimmer oder Talk ähnlichen Anflug, oder mit dentlichem Glimmer- oder Talküberzug bedeckt.

Es ist eine nahe liegende Annahme, dass, so wie die Schiefer, auch die Kalksteine mehreren Formationen sehr ungleichen Alters angehören. Durch die organischen Ueberreste wird jedoch diese Voraussetzung nicht gerade unterstützt. In der Tarentaise haben wir, mitten im Gebiet der Anthracitschiefer, jurassische Kalksteine gefunden. An der Ostgrenze, in den Kalkgebirgen der Bündner- und Veltliner-Alpen, die man als die Fortsetzung der Tyroler Kalkgebirge zu betrachten sich berechtigt glauben könnte, fehlen charakteristische Petrefacten, und die wenigen, die bis jetzt gefunden wurden, weisen ebenfalls auf jurassische, oder auf Kreidebildungen hin. Sichere Spuren der paläozoischen, oder der Trias-Fauna, die man in diesen Gegenden zu finden mit Recht erwarten könnte, sind einstweilen im Kalkstein, eben so wenig als im Schiefer, vorgekommen.

Der Kalkschiefer der Tarentaise, welcher auf Col des Encombres und bei Villette Liaspetrefacten enthält, lässt sich, wie wir in der Einleitung gesehen haben, bis in die Nähe des Monthlanc verfolgen. Wir haben ihn bei Roselant und Chapiu und auf der Höhe des Bonhomme in bedeutenden Massen verbreitet gesehn, als einen grauen und schwarzen Kalkstein, oder als schiefrige, talkige Kalkbreccie. In der Nähe des Val Montjoie bildet er, besonders auf der linken Seite, westlich vom Bonhomme, mächtige, O fallende Felsen, in Verbindung mit Rauchwacke und Quarzsandstein. Zwischen dem Col des Fours und der Montblancmasse, im Ansteigen von der Alphütte der Languette nach der Enclave de M. Jovet, hat v. Charpentier in diesem Kalk *Belemniten* gefunden. In Verbindung mit dem Anthracitschiefer setzt der Kalk auf beiden Seiten der Monthlancmasse nach der Schweiz fort.

Am Mont Lacha, am Eingang nach Chamouni, zeigt der schiefrige schwarze Kalk steiles SO Fallen, dem Gneisgebirge zu. Noch näher an diesem haben wir ihn, mit gleichem Fallen, oberhalb Ouches kennen gelernt. Am Fuss des Gneisgebirges zeigt er sich, unterhalb der Blaitière, gegenüber Chamonni, als hell bräunliche Rauch-

wacke oder löchriger Kalkstein, in Lagern von 1 m. bis kaum 0m., 1 Mächtigkeit, mit 45° gegen das Centralgebirge einfallend. Eine grössere Masse von dunkelgrauem Kalkstein, die Côte du Piget, steigt mitten aus dem Thalboden auf, wie ein Damm gegen das Vorrücken des Montanvertgletschers, der bei stärkerem Vordringen an dieser Felsmasse sich zertheilt. Auf der Ostseite des Gletschers findet man die Fortsetzung dieses Kalks am Fusse der Aiguille de Bochard, und stets ist das Fallen der Schichtung nach S 65 O, dem Gneisgebirge zu. Favre hat diesen Kalkstreifen noch weiter gegen den Col de Balme hin verfolgt. Wo das Zusammentreffen mit den aufliegenden krystallinischen Schiefern aufgedeckt ist, fand er auf dem schwarzen Kalkstein eine Schicht Rauchwacke, auf dieser ein wenig mächtiges, weisses oder grünliches Thon- oder Kaolinlager, dann Glimmerschiefer und in grösserer Höhe Gneis. — Auf der anderen Thalseite klebt eine Masse desselben dunkelgrauen Kalksteins am Abfall der Aiguilles Rouges, oberhalb Les Près, bei Les Rafords. Das Fallen der Schichtung ist hier wenig constant, zum Theil vertical. — Der Kalk von La Batia, bei Martigny, muss wohl als das Ende dieses Kalkstreifens von Chamouni betrachtet werden, obgleich allerdings in der Umgebung von Trient eine Unterbrechung statt zu finden scheint, und auch die Grenzverhältnisse gegen den Gneis verschieden sind.

Auf der anderen Seite der Montblancmasse erhebt sich der Kalk, meist als talkige Kalkbreccie, in hohen, zackigten Felsen, zwischen dem Col de la Seigne und dem Hochgebirge und setzt zur Linken des See's Combal gegen den Gletscher von Miage fort. Zwischen dem Kalk und dem Hornblendgesteine scheinen hier noch breite Massen metamorphischer, talkiger Schiefer eingelagert zu sein. Vom Brenvagletscher an über Entrèves bis weit in's Val Ferret einwärts, ist das Thal ganz in antiklinalen schwarzen Kalkschiefer eingeschnitten, den man, im Ansteigen nach dem Col du Géant, zwischen dem Brenvagletscher und dem Mont Frety, deutlich unter den Protogin einfallen sieht. Der Schiefer ist an der Grenzfläche mehr krystallinisch, reicher an Quarz und Glimmer, der Protogin

kleinkörnig und der Grenzfläche parallel zerklüftet; doch erstreckt sich dieser Einfluss kaum einen Fuss weit von der Grenze (Forbes). — Auf der gegenüber liegenden Thalseite, am NW Abfall der M. de la Saxe, fallen diese schwarzen Schiefer und Kalksteine unter die Feldspathschiefer von La Saxe ein, und man findet darin, oberhalb den Alphütten Le Lenchet, *Belemniten*.

Von den drei Jochen, die, unter der gemeinschaftlichen Benennung des Col de Ferret, die beiden Ferret-Thäler verbinden, liegt Grapillon der Gneiskette am nächsten. Mit steilem SO Fallen lehnt sich daselbst an den Protogin ein Lager von dickschiefrigem Eurit oder Petrosilex, dann folgt Dolomit, auf diesen körniger Kalkstein, und nun, bis über Bondarei hinaus, schwarzer Anthracitschiefer, aus welchem hin und wieder Einlagerungen von braunem, mit weissem Milchquarz verwachsenem Dolomit, hervortreten. Beinah überall jedoch ist der Boden durch Weide, oder auch durch Schneeflecken verdeckt, und der Schiefer zeigt sich nur in Erdrutschen und Wasserrunsen. Auf der Nordseite des Passes aber ist der Kalk mächtiger und in grösserer Ausdehnung entwickelt: als grauer, körniger Kalkstein, der nackte, rundlich abgewaschene oder abgeschliffene Felsen und wohl auch Karren bildet. Mit dem körnigen Kalk sind auch hier Kalkbreccien verwachsen, die nebst schwarzen und grauen Kalktrümmern, hellbraune Trümmer von Thon oder verwittertem, erdigem Dolomit einschliessen.

Am Ausgang des einförmigen Ferret-Thales findet man die Fortsetzung dieser Gesteine in der tafelförmigen Kalkmasse, die sich mit S Fallen, gegenüber Orsières, an den Gneis des M. Catogne anlehnt. Bereits zwischen Liddes und Orsières durchschneidet die Strasse des Grossen Bernhards glimmerige graue Kalkschiefer, die mit 45° oder auch steiler nach S 65° O fallen und mit schwarzem Schiefer wechseln, und auch unterhalb Orsières, gegen Sembranchier zu, hat die Strasse öfters die steilen Tafeln dieser Kalksteine entblösst. Bevor man, am Eingang des Val de Bagne, den Hauptort Chahle erreicht, sieht man auf diese festen Kalktafeln, zum Gewinn von

Dachplatten, einen Steinbruch eröffnet. Die Tafelablosungen sind mit Glimmer bedeckt, und der reinere schwarze Kalk wechselt mit Kalkbreccien. Das Fallen ist stets nach S 65 O.

Nächst diesem, am Bonhomme sich spaltenden Hauptzuge des Kalkes, sehn wir, im Gebiete der oberen Anthracitschiefer, andere zerstreute Massen gegen die Aostathäler vorschreiten und über die verschiedenen Joche des hohen Grenzgebirges nach Wallis übersetzen. Bei sorgfältiger Untersuchung würden vielleicht mehrere, die jetzt als isolirte Nester erscheinen, sich zu verlängerten Streifen vereinigen. Ob dieselben als dem oberen Anthracitschiefer eingelagerte, von einander unabhängige Massen, oder als zusammengehörige, durch wellenartige Windungen und Verwerfungen an die Oberfläche gebrachte Glieder des westlicheren Hauptzuges von Liaskalk zu betrachten seien, lässt sich, bei dem gänzlichen Mangel organischer Ueberreste und der Breite und Mannigfaltigkeit der zwischen ihnen liegenden Felsmassen, nicht entscheiden.

Einlagerungen und stockförmige Massen von grauem körnigem *Kalkstein* und weissem *Marmor*, der letztere mit weissem körnigem *Quarz* verwachsen und von vielen Quarzadern durchzogen, sieht man auf dem Gr. Bernhard, westlich vom Kloster, am Pain de Sucre, und am See. Auch die Gandecken des Dnrandgletschers in Cermontana führen Trümmer von weissem Marmor. Der Stammort dieser Blöcke muss in der östlichen Umgebung des Mont Combin liegen, und steht vielleicht in Verbindung mit der mächtigen Kalksteinplatte von Mauvoisin in Bagne, durch welche sich die Dranse in einer 30 m. tiefen Felsklnft durchwindet. Es ist ein dunkelgrauer Kalkstein, schiefrig, mit vielem Glimmer auf den Ablosungen. Mit schwachem Nordfallen setzt er in den M. Pleureur über, dessen Masse bis in beträchtliche Höhe keine andere Steinart zeigt. Im östlichen Fortstreichen dieser Richtung haben wir diese Kalksteine auch in den Thälern von Heremence und Evolena wiedergefunden. Felsen von schiefrigem Kalk bilden zum Theil bei Zinal die linke Thalwand, in der Tiefe in gebrochenen, höher in horizontalen Schichten. Wenn man von Blumatt im Turtmannthale nach dem Passe,

der nach Ayer führt, ansteigt, so ist grauer Kalkstein, zum Theil auch weisser Marmor, wo der Schieler selbst höher krystallinisch entwickelt ist, ein fast beständiger Begleiter. Beide Steinarten, Kalkstein und Schiefer, lassen überhaupt nur da sich trennen, wo der Kalkstein in dickeren Schichten und felsigter auftritt. Eine mächtige Felsmasse von Kalkstein, die sich schärfer vom Schiefer absondert, ist die der Pontisschluchten, am Ausgang von Anniviers deren Fortsetzung man, der Gebirgsform vertrauend, ungeacht der Vegetationsdecke, bis gegen Reschy glaubt verfolgen zu können. Vielleicht sind diese Kalkmassen mit denjenigen von Orsières und Chable in Verbindung zu bringen.

Oestlich von diesem Zuge finden wir grössere und kleinere Kalknester im Aostathale. Zwischen Avise und Livrogne hat die Dora Felsen von grauem, körnigem Kalk durchbrochen, welche mit Serpentin in Verbindung stehn und dem herrschenden Glimmerschiefer eingelagert sind. Eine grössere Kalkmasse setzt bei Villeneuve auf das linke Doraufer über, und trägt auf malerischen Felsen das Schloss Sarro. Es hängt dieselbe zusammen mit der Terrasse von grauem körnigem Kalkstein, welcher oberhalb Aimaville in Steinbrüchen ausgebeutet wird. Auch zunächst bei Aosta und am Ufer des Buttier sieht man grauen Kalkstein, theils als Einlagerung in den Granen oder Grünen Schiefer, theils in selbständigen Felsmassen von der Schieferbekleidung entblösst.

In allen nördlichen Seitenthälern treten Kalkmassen hervor. — In Val Pellina theilt der Kalk die krystallinische Entwicklung der herrschenden Steinart: er ist meist in weissen Marmor übergegangen, oft auch gemengt mit stark glänzendem braunem Glimmer, Granat, Quarzkörnern und dann leicht mit Granit oder Gneis zu verwechseln. Streifen von Gneis, Syenit und Marmor greifen ohne Regel in einander ein. Auf der linken Thalseite, am Uebergang von Bionnaz nach N. D. des Neiges bestehn mehrere der höchsten Gipfel aus Kalk. — Auf der anderen Seite des Gebirges, in Val S. Barthélemy, ist der Kalk noch mehr verbreitet; aber er nähert sich dem gewöhnlichen

Kalkstein, oder zeigt öfters auch die gelbe Aussenfläche des dolomitischen Kalksteins. Das linkseitige Gebirge, welches im Hintergrunde das Thal schliesst, scheint ausschliesslich aus diesem dolomitischen Kalk zu bestehn. Von der hohen Terrasse, auf welcher das Pfarrdorf steht, führt die Strasse über schroff abgestürzte Kalkwände, in welche Serpentinmassen eingreifen, nach dem Thalgrund. — Man findet diese Kalknester im herrschenden Grünen und Grauen Schiefer auch in den östlichen Thälern. In Val Tournanche, zwischen La Madelaine und dem, auf einer Höhe von 1825 m. stehenden Dorfe Chamoix, streichen in dem herrschenden Kalk- und Serpentinschiefer Lager von weissem *Cipollin*. Hohe Felswände von S fallendem Kalk begrenzen gegen Mittag den Pass der Cimes Blanches, der von Breuil nach S. Jacques d'Ayas führt. Auf der Höhe von S. Théodule wechseln stark aufbrausende glimmerige Schiefer, blauliche Kalksteine und von Saussure als Kalktuf betrachtete Rauchwacken mit Grünem Schiefer und Gneis, der alle Charaktere von wahrem Gneis trägt.

In beträchtlicher Ausdehnung und Mächtigkeit zeigt sich der Kalkstein bei Zermatt, in der Grundlage der Gabelhörner und des Trifthorns (s. Fig. p. 214). Schon bei Zmutt erhebt sich auf der linken Thalseite der Kalkstein und Dolomit in hohen Felswänden. Die Grundlage des Kalksteins bilden Grüne Schiefer, die ihn weiter westlich, den Zmuttgletscher aufwärts, zu verdrängen scheinen; von der Höhe fallen Trümmer von Grünem Schiefer und Gabbro. Man durchschneidet diese Gesteine, wenn man hinter Zermatt nach Hohlicht und dem Triftgletscher ansteigt. Bis in eine Höhe von 200 m. über dem Thalgrund herrschen schwach N fallende Grüne Schiefer, dann folgt Kalkstein, weiss und grau, dickschiefrig mit talkigen Ablosungen, abwechselnd mit grauem Talkschiefer und anhaltend bis auf die wohl über 400 m. höher liegende Terrasse des Hohlichtes. Hier erscheinen Grüne Schiefer; aber weiter aufwärts herrscht wieder dickschiefriger, grüner und weisser körniger Kalk, zum Theil so secundär aussehend, dass man glaubt, es müssten sich Petrefacten finden. Am Fusse des Gabelhorns, wo man sowohl nach Zermatt als nach dem

Kesselthal des Triftgletschers sieht, zeigen sich die Grünen Schiefer von neuem, und die Hörner und Hochgräte der Umgebung scheinen grossentheils aus diesen grünen, äusserlich braunroth verwitterten Grünen Schiefern zu bestehn. Der Triftgletscher selbst trägt jedoch Gneisblöcke mit grossen Feldspathkrystallen, die aus seinem Hintergrunde, vielleicht vom Trifthorne selbst, herstammen müssen. Betrachtet man dieses Gebirge von Findelen aus, so glaubt man zur Seite der Felsschlucht, durch welche der Triftbach ausfliesst, eine C förmige Umbiegung der Kalkstein- und Schieferschichten wahrzunehmen und eine Fortsetzung der Kalkbildung weit über Täsch hinaus, das Thal abwärts. Selbst auf der Nordseite des Randahgletschers meint man in der Höhe der Felswände noch Kalk zu unterscheiden, obgleich der untere Theil dieser Felsen, bei der Brücke von Täsch und bis Herbrigen, aus granitischem Gneis besteht. Dass in der Höhe der rechten Thalseite Kalk vorkomme, beweisen die vielen Trümmer und Blöcke von schwarzem und grauem körnigem Kalkstein, die zwischen Herbrigen und S. Niclaus durch einen Lavinenzug nach dem Thalgrund geführt werden.

Die Kalksteinmasse, die auf der Ostseite der Mischabelhörner, im Kesselthal von Fee, zu Tag geht, darf vielleicht als die Fortsetzung dieser Kalksteine des Nicolaithales betrachtet werden. Schon im Thalboden von Saas, wenn man den schönen Weg der Stationskapellen nach Fee ansteigt, zeigt sich grauer und weisser körniger Kalkstein, in hohen Felswänden entblösst, mit schwachem SW Fallen unter Glimmerschiefer oder glimmerigen Grauen Schiefer einfallend, und nach der Höhe zu wechselt wiederholt dieser Schiefer mit körnigen Kalkstein- und Cipollinlagern. Auf der Terrasse von Fee zeigt der Glimmerschiefer ausgezeichnete Rundhöcker, Spuren des früheren Vordringens der den Hintergrund des Feekessels bedeckenden Gletscher. Höher nach dem Mittaghorn hinauf, das den Kessel gegen Mittag abschliesst, herrschen Grüne Schiefer, Serpentine und Hornblendgesteine, in mehr als tausend Meter mächtigen Gebirgsmassen den Kalk bedeckend. Man findet diesen auch auf der Nordseite des Feethales wieder, in einem östlichen

Ausläufer der Mischabelhörner. Als Grundlage desselben erscheint hier, bereits höher als der vordere Feeboden, Quarzit, in grosse, ebene Tafeln spaltend, wohl dem tiefer herrschenden Glimmerschiefer angehörend; höher folgt, etwa 20 m. mächtig, grauer körniger Kalkstein, ebenfalls tafelförmig abgesondert; dann weisser Dolomit von bedeutender Festigkeit, und nun wieder, bei 20 m. mächtig, weisser und rother, feinkörniger Marmor. Die Kalkeinlagerung wird auch hier von Glimmerschiefer bedeckt und setzt mit diesem in den Fuss der Mischabelhörner fort.

Diese Kalksteinmasse ist nicht die einzige im Thale von Saas. Es scheinen in der hohen Kette des Saasgrates, bis zunächst an die Cima de Jazi, untergeordnete Lager und Stöcke von Kalkstein, Dolomit und Gyps in dem meist zu Grünem Schiefer gewordenen Grauen Schiefer vorzukommen. Die Gandeck des Schwarzherggletschers, südlich von Matmarc, welche vorherrschend Serpentintrümmer enthält, bringt auch Blöcke von ausgezeichnetem weissem und grauem Marmor, dem *Bardiglio* von Carrara ähnlich, in den Thalgrund.

Mit dem, grossentheils in Glimmerschiefer übergegangenen Grauen Schiefer übersteigt der Kalkstein die hohe Meridiankette des Fletschhorns und zeigt sich an mehreren Stellen in der Umgebung des Simplon. Wir haben ihn, beinah auf dem Kamme der Meridiankette, in Herabrollungen von der rechten Seite des Furggethales, in enger Verbindung mit Hornblendgesteinen kennen gelernt, und weiter nördlich, zwischen Antrona und Val Vaira, auf dem Passo della Pietra wiedergefunden. Ein beträchtliches Nest von weissem Marmor kommt auch oberhalb Pizanco, in dem von Gneisgebirgen umschlossenen Hintergrund des Val Bugnanco vor. Im vorderen Theile von Zwischbergen oder Val Vaira, wohl eine Stunde Weges von dem Ausgang, setzt weisser Marmor, mit O Fallen, durch den Thalboden; über ihm liegt Gneis und Glimmerschiefer mit Granat, und in noch grösserer Höhe folgt, auf der linken Seite, eine bei 40 m. hohe Felswand von Marmor, auf der rechten, ein mit Glimmer und Quarz gemengter körniger Kalkstein, verwachsen mit Gneisstreifen, mit an-

haltendem O und SO Fallen. Das Thal jedoch ist ein antiklinales. Wenn man, längs den Wasserfällen des Thalbaches, nach Gondo niedersteigt, tritt auch als Grundlage des Marmors Gneis auf, und etwas tiefer Granit, der bis nach Gondo und, über Isella, bis in die Nähe von Crevola anhält. Der Marmor der linken Thalseite aber senkt sich mit seiner Gneishedeckung nach W und wird immer schwächer, so dass er bei Algahy, oder Gsteig, wo er fast den Thalboden erreicht, nur bei 2 m. mächtig ist. Die Kalkmasse erscheint hier, an der Gebirgsmasse zwischen Val Vaira und Val Vedro, auf gleiche Weise in den Gneis eingeklemmt, wie die merkwürdigen Keile des Mettenbergs, Wetterhorns und Laubstocks im Berner Oberland, nur ist der Kalk vollständig in Marmor übergegangen.

Eine ursprüngliche Verbindung dieses Marmorkeiles mit den mächtigen Marmor- und Dolomitmassen von Veglia oder Levi und Dever ist wohl nicht zu bezweifeln. Auch diese (s. Fig. S. 223) sind unten und oben von Gneis oder Granat führendem Glimmerschiefer umschlossen, wechseln damit ab, oder sind mit Glimmer und Quarz so übermengt, dass kaum eine Grenze zwischen Marmor und Gneis zu erkennen ist. Nur ist die Mächtigkeit des Kalkes weit grösser. Von der hohen Terrasse der oberen Kalkgrenze, an deren äusserem Rande man in den tiefen Kessel der Vegliaalp hinunterblickt, bis in den Thalboden von Campo, muss der verticale Abstand beträchtlich mehr als 1000 m. betragen, und durch die enge Felsschlucht, welche die Alp von Campo scheidet, stürzt die Cherasca nur über glänzend weisse Marmor- und Dolomitlager. Der Winkel, unter welchem diese Lager sich unter den oberen Gneis einsenken, ist nicht bedeutend, sie scheinen bei Campo horizontal zu liegen, und erst beträchtlich weit auswärts tritt der tiefere Gneis hervor. Der Mont Cistella, welcher die Cherasca von der Devera scheidet, besteht, wenn nicht ausschliesslich, doch grösstentheils aus Marmor und Dolomit, und der Pass von Valtener, der aus Veglia nach Bondaler führt, ist von wohl 300 m. hohen Felswänden dieser Gesteine begrenzt, die hier auch wiederholt mit Glimmerschiefer und Gneis abwechseln. — Bei Crevola wird eine bei 15 m.

mächtige Masse von grauem und weissem Marmor ausgebeutet, die mit dem sie einschliessenden Gneis steil gegen S 35 O einfällt.

Denkt man sich alle diese Kalkmassen, von Val Vaira, Algaby, Veglia, Dever und Crevola, vereinigt, so stellen sie sich dar als eine zersprengte mächtige Linse, deren noch vorhandener mittlerer Theil, in der Gegend des M. Cistello, horizontal liegt, während der Rand nach allen Richtungen unter die hohen Gneisgebirge der Umgebung einsinkt, und in denselben sich auskeilt. Unter dem Gneis, der überall dem Kalk zur Grundlage dient, taucht in dem canalähnlichen Val Vedro Granit auf, und man könnte wohl versucht sein, in demselben den Sitz der Kraft zu suchen, welche die Kalklinse zersprengt zu haben scheint. Wir haben indess wiederholt gefunden, dass die Thalbildung mit dem Auftreten von Granit und Gneis in keinen Causalzusammenhang gebracht werden darf, und in der Regel ein weit späteres Ereigniss ist. Es zeigt sich ferner in der ganzen Ausdehnung der Tessineralpen der Granit so enge mit dem Gneis verbunden, dass es unmöglich ist, die Entstehung beider Steinarten zu trennen, und die Umwicklung des Kalks durch den Gneis und die gegenseitige Durchdringung beider Gesteine beweisen, dass die Epoche der äusseren Begrenzung der Kalklinse, und wohl auch der Umwandlung des Kalksteins in Marmor und Dolomit, mit derjenigen der Gneisbildung selbst zusammenfallen muss.

In der östlichen Fortsetzung der Tessineralpen findet man den Kalk, fast immer als weissen Marmor, nur noch in vereinzelten, weit aus einander liegenden Nestern. So, in den westlichen Seitenthälern der Maggia, in Val Peccia, Val Rovana, Val Onsernone, und dem Südrande der Alpen zu, wo wir bereits in der Uebersicht der Cottischen und Grajischen Alpen auf dieses häufige Auftreten von weissem Marmor und Dolomit und ihre enge Verbindung mit Hornblendgesteinen aufmerksam gemacht haben.

Wenn man, gegenüber Domo d'Ossola, vom Ausgang der Trontanoschlucht den meist durch Weinlauben beschatteten Weg längs der linken Thalseite abwärts einschlägt, so gelangt man nach einer halben Stunde an einen Wildbach,

der von dem höheren Gebirge dieser Seite eine Menge Trümmer von weissem Marmor und Chloritschiefer herführt; das am Fuss des steilen Abhanges anstossende Gestein ist Glimmerschiefer, in vertical stehende, dicke Tafeln abgesondert. Man findet den Kalkstein anstehend auf der Höhe, südlich von S. Maria, dem Hauptorte des hoch liegenden Vigezzo-Thales. Von Malesco in das SW streichende Seitenthal hinein, ist man, eine Stunde lang, stets von verticalem Gneis umgeben; dann spaltet sich das Thal, und der östlichere Hauptarm wendet sich südlich nach dem einsamen Alpkessel Curtett, ein westlicher Arm führt nach der Alp Valdo, aus welcher ein Uebergang nach der gegen Intra auslaufenden Valgrande statt findet. Die Abhänge der wenig hohen Gebirgsrücken, welche diese Thäler einschliessen, sind, wie die der V. Canobina und der meisten Thäler dieser Gegenden, mit Wald oder leichtem Niederholz, *Boschi*, besetzt, und der Fels tritt wenig hervor. Wo das Thal sich spaltet, scheint, nach den vielen Trümmern, kurz und verworren fasriges Hornblendgestein wohl eine halbe Stunde anzuhalten. Auch findet man Blöcke eines Granites, der beinah an Trachyt erinnert. Tiefer einwärts tritt aber wieder Gneis auf, und als Einlagerung in denselben ein bei 20 m. mächtiger Kalkstreifen, auf der rechten Seite von Curtett dunkelgrau, als gewöhnlicher Kalkstein, auf der linken, im Fortstreichen der Schichten, als weisser Marmor.

In der Umgebung von Ornavasso steht auf der rechten Thalseite eine Grube auf weissen Marmor im Besitz des Dom's von Pavia, links bei Candoglia, in dem des Dom's von Mailand. Der letztere Steinbruch liegt etwa 200 m. über dem Thalboden, am steilen Absturz des linkseitigen Gebirges. Der Marmor ist von grosser Festigkeit, vorherrschend weiss, aber auch fleischroth, gelb, schwarz, die Farben in einander verwaschen oder auch streifweise abwechselnd. Die ganze Kalkmasse bildet eine vertical stehende Einlagerung in den herrschenden Glimmer- und Hornblendschiefer. Am Fuss des Abhanges zeigt sich eine andere, bei 3 m. mächtige Einlagerung von Marmor, übermengt mit Glimmer, Granat,

Schwefelkies, und auch weiter östlich wiederholen sich diese Einlagerungen im Glimmer- und Hornblendschiefer.

Am Eingang der V. Verzasca durchschneidet die neue Kunststrasse eine bei 20 m. mächtige, dem vertical stehenden Gneis untergeordnete Masse von weissem und grauem Marmor. Im Fortstreichen dieser Masse findet sich, westlich, ein beschränktes Nest von Marmor in der Nähe von Ascona, östlich, die beträchtliche verticale Einlagerung von Kalk und weissem Marmor im Gneis, an der Thalecke von Castiglione. In Val Calanca bricht Kalk oberhalb Landareno, über der Holzgrenze, weisser Marmor oberhalb Russo, auf der linken Thalseite. An beiden Stellen scheinen es isolirte, ganz von Gneis umschlossene Nester zu sein. In Val Misocco liegen viele Kalkblöcke in dem Bette des von der Forcola her, unterhalb Soazza, in die Moesa strömenden Wildbachs, und es soll an der Forcola die Steinart bedeutend mächtig vorkommen. Der mit den Hornblendgesteinen von Roveredo und Monte Jorio verbundenen Marmor- und Kalksteinmassen haben wir früher Erwähnung gethan. Als eine Fortsetzung des Kalks von M. Jorio darf vielleicht der Dolomit betrachtet werden, der, am Ufer des Comersee's, zwischen Domaso und Gera dem Glimmerschiefer eingelagert ist, so wie der, im Fortstreichen desselben, an der Thalecke von Duhino vorkommende Dolomit.

Weiter südlich wurde am Comersee weisser Marmor oder Cipollin bei Olgiasca, in der Nähe von Piona, zu dem *Arco della Pace* in Mailand ausgebeutet, wozu auch die Gruhe von Crevola Säulen und Blöcke zu Statuen geliefert hat. Die Einlagerung von Olgiasca zeigt sich auch auf dem rechten Ufer zwischen Dongo und Musso wieder, als körniger Marmor mit Kiesel- oder Talkerdegehalt und eingeschlossenem *Tremolit*, und zugleich mit Spuren von Petrefacten, in denen man die *Lutraria Jurassi* zu erkennen glaubt (Curioni). Derselbe ist, wie der ihn begrenzende Glimmerschiefer, vertical aufgerichtet, ausserdem aber von wellenförmig horizontal fortlaufenden Absonderungen durchklüftet, in denen man versucht sein könnte

die nrsprüngliche Schichtung zu erkennen, während dann die verticalen als Schieferung gelten müssten (Escher).

Die grösste Verbreitung und Mächtigkeit zeigt der Kalkstein der Mittelzone in Graubünden. Der Schieferstreifen, durch welchen die Gneismasse des Finsteraarhorns von der Gotthardmasse getrennt wird, erscheint bei Oberwald, an der Furca und am Bözberg bei Andermatt als ein grauer und schwarzer Kalkstein, schiefrig, mit Talküberzug, an der Furca *Belemniten* enthaltend. In Tavetsch und weiter östlich zerreisst der Streifen in einzelne Nester, die meist in Marmor übergegangen sind. Es soll Kalk vorkommen in Perdatsch, im Hintergrnnd des Nalpthales. Ein Kalkbruch ist eröffnet hinter der Kirche von Disentis; der Anbruch zeigt sehr gequälte, gewundene Schichten, der Stein ist zerbröckelt, äusserlich gelb, im Inneren weiss oder hellblau; über ihm liegt sehr veränderter, zum Theil in grünen Thon übergegangener Glimmerschiefer. Auch in der meist bewachsenen, oder von Schutt bedeckten Terrasse, die auf der rechten Rheinseite sich gegen Surrhein erstreckt, bilden Kalksteine, theils grau und dicht, theils Marmor und mit bunten Schiefern verbnnden, die Hauptmasse. Bei Obersaxen, zunächst Eggen, bedecken Graue Schiefer, Kalksteine und Rauchwacken, in nicht geringer Mächtigkeit, den grünen Verrucano, und die Kalksteinmassen schliessen grosse Nester von *Brauneisenstein* ein, die bis 1836 für den Hohofen in Trons ausgebeutet wurden.

Im südlicheren Hochgebirge tritt der Kalk, je nach der Beschaffenheit der ihn einschliessenden Schiefer, als gewöhnlicher Kalkstein, oder als weisser Marmor auf. Einzelne Lager von Marmor streichen in dem Glimmerschiefer des Petersthales. Auf der Südseite des Valserberges zeigt sich, bald weisser Marmor, bald Cipollin, bald dolomitischer oder grauer Kalkstein. Zwischen Splügen und Suvers bestehn die Höhen der Nordseite aus grauem Kalkstein, der auf glimmerigem grauem Schiefer liegt und damit abwechselt. Weiter nördlich erheben sich über dem Kalk die hohen, nackten Dolomitstöcke des Piz Tschon.

Auf der Nordseite des Splügenpasses ist eine Aus-

beutung von weissem-Marmor zu Kunstarbeiten versucht worden, die jedoch keinen Erfolg gehabt hat. In V. Ferrera und am Eingang von Avers tritt der weisse Marmor, wie in den Apuanischen Alpen, in grösseren Gebirgsmassen auf, reich an Eisenglanz und Eisenglimmer, auf welche anhaltender, als anderwärts in Bünden, wo man fast in jedem Thal auf verlassenen Bergbau stösst, gearbeitet worden ist. Von dem hohen Alter des Eisenbergbaus zeugt der Name des Thales. Aus dem Engpasse der Rofla tretend, verlässt man bei der Ruine der Bärenburg die Hauptstrasse und steigt neben den vielfach wechselnden Katarakten des Aversbaches, fast betäubt von dem Getöse des Wassers, einwärts in das schluchtartige Thal. Bis Vorder-Ferrera herrscht noch der porphyrartige Gneis der Rofla, der hier in einen schönen Talkgneis übergegangen ist und in vertical stehenden Tafeln von SW nach NO streicht. Bald nach V.-Ferrera steigt mit gleichem Streichen neben demselben weisser Marmor auf, lange anhaltend und in grossen Massen auftretend. Vielleicht, dass diese Kalkmasse im Hintergrund der Surreta-Alpen durchsetzt, und mit dem Marmor des Splügen in Verbindung steht. Auf der rechten Seite des Thales erstreckt sie sich, in eine weniger mächtige, dem Grauen Schiefer eingelagerte Tafel auslaufend, in der Höhe durch nordwärts, durch die Albin- und Nezzaalpen, bis gegen Despin. Weiter einwärts, gegen Canicul zu, wechselt der weisse Marmor wiederholt mit Gneis, bald ist die eine, bald die andere Steinart vorherrschend. Von Canicul an gewinnt jedoch der Marmor das Uebergewicht, er erhebt sich in hohen und steilen Felsköpfen zu den Firnmassen und Gletschern des Fianels, welche die Alpen von Sterlera und Moss scheiden, bildet oberhalb Cresta die an ihrer Nordseite ebenfalls mit Gletschern bedeckte Felsmasse des Weisshorns, und setzt, als weniger mächtige Einlagerung, in der Mitte des Abhanges, das Aversthal aufwärts fort bis oberhalb Joff, im Madristhal, bis in den Hintergrund der Alp Sovrana, wo der Kalk noch hohe Felsen bildet und den Glimmerschiefer bedeckt, während er selbst vom Grauen Schiefer überlagert wird und mit demselben sich auf den, nach dem Bergell abfallenden Gebirgskamm zu

erheben scheint. Nach den Eisengruben des Schwarzkopfs oder vorderen Fianells hat man von Canicul mehrere Stunden äusserst steil aufzusteigen, die absolute Höhe derselben mag wohl bei 2500 m. betragen. Längs dem Absturz wechselt wiederholt der weisse Marmor mit Gneis, nach O fallend. Der Eisenglanz ist als ein bei 2 m. mächtiges Lager, oder lagerartiges Nest, dem Marmor untergeordnet, und dieser ist, sowohl im Dach als in der Sohle, von Eisenglimmertheilen durchdrungen. Jede Kluftfläche ist mit einem Anflug von Eisenglanz bedeckt. Andere Gruben, theils auf Eisenglanz, theils auf Spatheisen, stehen, auf der linken Thalseite, oberhalb Forno nuovo im Betrieb. Oestlich vom Schwarzkopf, nach der Alp Sterlera hin, wird das Kalkgebirge von Grauem Schiefer bedeckt, mit gleichem Ostfallen. Es ist glänzender Kalkglimmerschiefer, grau oder auch grün, mit Einlagerungen von weissem Marmor, oder auch grauem körnigem Kalkstein und von Rauchwacke. — Ueber diese leicht sich zertrümmernden Steinarten fortkletternd, hoch über den schroffen Felswänden des Marmors, die unter dem Schiefer weit nach Sterlera hinein fortsetzen, erreichte ich die Alphütte von Sterlera, im hintersten, von Felswänden und Schneehörnern umgebenen Grunde des Thales. Weiter ansteigend gelangt man in einen einsamen Gebirgskessel, südlich an die nach Faller und Avers übergreifenden Gletscher stossend, und von da ostwärts über Schieferhalden auf den Gebirgskamm, jenseits welchem das felsigte Alpenthal Curtins liegt.

Das mächtigste Kalkgebirge der Mittelzone umzieht, in breiten Bogen, den der Schweiz zugekehrten Theil der östlichen Gneismassen, des Selvretta und der Oezthaler-Ferner, und wir haben, bereits in der Einleitung, dasselbe zur Begrenzung der Schweizer- und Tyroler-Alpen gewählt. In Montafun und Prättigau hängt diese Kalkmasse zusammen mit den Gebirgen der nördlichen Nebenzone; eine schärfere Trennung beider Zonen ist, in dieser Lücke der Gneismassen, in Bezug auf den Kalk eben so schwer durchzuführen, als in Betreff des Grauen Schiefers. Mit geringer Unterbrechung folgt der Kalk der Gneisgrenze über Klosters nach Davos und Erosa; wir haben ihn

hier bereits, in verwickelten Verhältnissen zum Gneis und rothen Sandstein, kennen gelernt (s. Fig. p. 269). Die Marmorgebirge von Ferrera, und die Kalk- nnd Dolomitstöcke zwischen Schams und Savien können vielleicht als losgesprengte Glieder dieses Hanptzuges betrachtet werden. Ueber Bergün setzt derselbe fort nach dem Albnla und Engadin, und in dem wilden Gebirgsland des Casanna und Spöl, wo noch am häufigsten in den Alpen der Bär erscheint, gewinnt er eine bedeutende Ausbreitung. Diese merkwürdige Thalverzweigung, wo über Fraele oder Trepalle die leicbteste Verbindung zwischen Innsbruck und Mailand gebaut werden könnte, nnd im XVII. Jabrhundert Schauplatz der geistvoll beschriebenen Feldzüge des Herzogs von Rohan, ist fast nnr von Kalkgebirgen nmschlossen. Es bilden diese einen breiten Knoten und erstrecken sich in mehreren Zweigen tief zwischen die Gneismassen hinein, nach dem Bernina, nach dem Ortles, gegen Nauders und nach Paznaun.

Die Steinart bleibt in diesem weit verbreiteten Gebirgszuge, in Montafun, Engadin und am Stilfserjoch, sich ziemlich gleich, und die äussere Gestaltung trägt überall denselben Charakter. In der Tiefe und in den bewaldeten Rücken und Gipfeln herrscht ein grauer bis schwarzer geschichteter Kalkstein, dicht oder verwachsen schuppig, mit feinsplittrigem Bruch, znweilen von Spathadern durchzogen. Vereinzelt, oder in grösseren Gruppen und Reihen, sind diesem Kalk nackte Felsstöcke aufgesetzt, welche durch ihre zackigten, zerborstenen Gestalten, ihre hellgrane, fast weisse änssere Färbnng und die ununterbrochenen Trümmerhalden längs ihrem Fnss, in dem landschaftlichen Bild dieser Gegenden vorzüglich sich herausheben. Solche Steinwüsten und öde Tbäler, auf deren Grund die stets frischen Trümmerhalden der nackten Thalwände zusammenstossen, kommen in den schweizerischen und französisch-italienischen Alpen nicht vor. Es sind Gebirge, ähnlich denen, welcbe die Nordseite bei Innsbruck und Hall bilden, ähnlich dem Steinernen Meere nnd Tännengebirge in Salzburg, oder den Dolomitkegeln des Fassa- und Gaderthales. Und Dolomit ist auch wohl die herrschende Steinart derselben. Nur auf ihm zeigt

sich diese durchgehende Entblössung von aller Vegetation, diese, wie zerhackte oder von dem Aussatz betroffene, weiss bestaubte, rauhe und warzige Aussenfläche, diese allgemeine, innere Zerspaltung, die in den kleinsten Stücken kaum einen frischen Bruch erhalten lässt. Doch ist es nicht der weisse, körnige Dolomit von Südtyrol. Das Gestein ist hell- bis dunkelgrau und dicht, oder graue und weisse Partie'n sind in einander verwachsen, der Bruch ist feinsplittrig und schimmert in der Sonne; Braunspathdrusen fehlen.

Organische Ueberreste fehlen nicht ganz, aber die wenigen, die bis jetzt aufgefunden wurden, führen zu keiner sicheren Altersbestimmung. Wir kennen folgende:

Fischüberreste. Der gefälligen Mittheilung von Professor Schimper in Strassburg verdanke ich folgende Notiz: „Freund Escher hat sich geirrt, wenn er (Leonh. Jahrb. 1846) von einem Ammoniten sprach, es sind zwei Fischfragmente, derselben Art angehörend, welche ich in den grossen Schutthalden des von dem Ortles herstammenden Madertschgletschers gegen Trafoi zu fand. Nach den Schuppen zu urtheilen, gehört die Art entweder *Tetragonolepis* oder *Amblyurus Ag.* an. (Beides sind Liasgeschlechter.) Der Kalk, in welchem diese Fischreste vorkommen, ist schwarzgrau, fest, von ziemlich zahlreichen, weissen Kalkspathadern durchzogen, und gehört dem Gestein an, welches von der Franzenshöhe nach der Ortlesspitze ansteht, grösstentheils aber dort ein Backwerk aus kleinen, eckigen, mit Kalkspath cementirten Bruchstücken bildet."

Belemniten. Ein Stück vom Weisshorn, im Hintergrund von Schalfick, wurde von Agassiz als *B. semicanaliculatus* bestimmt, was für *Néocomien* sprechen würde. — Ein anderer Belemnit unserer Sammlung stammt vom Piz Promascel, oberhalb Tiefenkasten.

Acephalen. Aggregate kleiner, unbestimmbarer Bivalven. Am Weisshorn, oberhalb Parpan. Unter den Trümmern des Piz Promascel. Bei Camogask in Engadin. Am Corno Bianco, auf dem Bernina.

Pentacriniten. Nach Agassiz eine Néocomienart. Vom Weisshorn bei Parpan. Vom Corno Bianco auf dem Bernina.

Korallen. Parallele cylindrische Stämme, von der Dicke eines Federkiels, in dichtem Kalk und durch diesen getrennt; ohne fernere Spuren von Organisation. Vom Weisshorn bei Parpan.

Aus dem wiederholten Vorkommen von *Belemniten* lässt sich mit Wahrscheinlichkeit schliessen, dass diese Kalkmassen, so wie der damit verbundene, ebenfalls *Belemniten* und *Pentracriniten* enthaltende Schiefer, jurassisch seien. Die Fischüberreste vom Ortles bezeichnen ihn näher noch, als Lias. Die wenigen, immer schlecht erhaltenen Stücke, welche Agassiz näher zu bestimmen versucht hat, dürfen wir kaum als entscheidende gelten lassen. — Die Aehnlichkeit der Steinart mit dem *Unteren Alpenkalk* der Ostalpen, ihr Zusammenhang mit dem Kalk von Montafun und des Arlberges und ihre Auflagerung auf Rothen Sandstein könnten eher zu der Vermuthung geführt haben, dass dieser Kalkstein dem Muschelkalk angehöre. Auch lässt sich dieselbe nicht von vorn herein abweisen. Es ist leicht möglich, dass diese, öfters mehr als 1000 m. mächtigen Kalkgebirge mehrere Formationen repräsentiren, und es lässt selten sich angeben, ob die, in der Regel in Trümmerhalden aufgefundenen Petrefacten aus der höheren oder tieferen Masse der Gebirge herstammen. Hacquet beschreibt ein Petrefact, das er, wie es scheint in mehreren Exemplaren, bei Tarasp gefunden habe, und hält dasselbe für eine *Trilobitenart.* Ungeacht wiederholten Suchens, haben, weder Mousson, der sich einige Wochen bei Tarasp aufhielt, noch Escher, noch ich selbst, etwas Aehnliches, noch überhaupt organische Ueberreste im Kalk und Schiefer des Unter-Engadins entdecken können. Die von Hacquet gegebene Abbildung und Beschreibung scheint überdiess eher zu einer *Turbinolia*, als zu einem Trilobiten zu passen.

Wenn wir den Calanda und seine nördliche Fortsetzung, über Pfeffers in den Balfries und die Kuhfirsten, der nördlichen Nebenzone unterordnen, so zieht man die Grenze zwischen dieser und der Mittelzone, östlich vom

Calanda, am richtigsten durch Schalfick bis Langwies und über Fondey und Casanna an den Ausgang von Schlapin, wo der Kalk des Rhätikon unmittelbar dem Gneis der Selvrettamasse aufliegt und denselben nach Montafun und Klosterthal begleitet.

Das erste Kalkgebirge, dem wir von Nord herkommend in der Mittelzone begegnen, ist daher das Weisshorn, zwischen Fondey und der Todten Alp: eine nackte, zerklüftete Felsmasse, deren weisses, von ferne mit Schnee zu verwechselndes Gestein auffallend mit den wie verbrannt aussehenden Schollen des Serpentins und den anstossenden grünen Weiden der Casannaalp contrastirt. Ein Durchbruch von Serpentin und Gabbro-rosso trennt das Weisshorn von einem nordöstlichen, ebenfalls nackten Kalk- oder Dolomitrücken, der die Alpen Persenna und Cotschna scheidet. Der Serpentin dringt an vielen Stellen unter diesen Kalkgebirgen hervor, aber offenbar ist er jünger, als dieselben, er liegt in grosser Mächtigkeit auch auf dem Kalk, und an der Grenze sieht man Kalkblöcke ganz von Serpentin umschlossen. An der Ostseite der schroff abgestürzten Kalkgebirge glaubt man noch die ursprüngliche Formationsfolge zu erkennen. Der Kalk liegt, mit S Fallen, auf rothem Sandstein, dieser auf Quarzit, Hornblendgesteinen, Gneis und Granit (s. Fig. pag. 269). Doch zeigen diese Steinarten eine so auffallende mineralogische Beschaffenheit und ihre Stellung ist so abnorm, dass der Gedanke an kräftige plutonische Einwirkungen sich kaum abweisen lässt.

Verlassen wir diese Gegend, die jedem Geologen als eine der merkwürdigsten bezeichnet werden kann, und dringen wir in das abgeschlossene Erosa ein, so finden wir auch hier den Kalk in räthselhaften Verhältnissen. Schon an der Thalecke zwischen der Plessur und der Rabiosa ist es auffallend genug, den Kalkstein und Dolomit des Gurgeletsch, den man als identisch mit demjenigen des Weisshorns betrachten muss, dem Grauen Schiefer aufgelagert zu sehn, der auf der rechten Thalseite der Plessur Fucoiden enthält und vorhin, obgleich mit Zweifel, als Flysch bezeichnet wurde. An der oberen Plessur liegt die östliche

Fortsetzung dieses Kalks auf Glimmerschiefer. Am Gurgeletsch aber wird der Kalk von Quarzit, Glimmerschiefer und Gneis bedeckt. Bei Erosa schneiden diese Gesteine am Serpentin ab, auf dem Grate dagegen greifen sie unter den Kalk des Weisshorns von Parpan ein, dessen Trümmerhalden die angeführten Petrefacten enthalten. Ueber diesem Kalk erhebt sich, weiter südlich, die hohe Pyramide des Rothhorns, aus Glimmerschiefer und vorherrschend aus verwachsen gross strahligem Hornblendfels von ausgezeichneter Schönheit bestehend. Ob der Kalk diese krystallinischen Gesteine nach unten zu abschneide, oder ob diese, aus der Tiefe steigend, sich über ihm ausbreiten, lässt sich nicht beobachten. Auf der Mittagseite des Rothhorns sieht man dieselben in grosser Erstreckung dem Kalk der Lenzeralp aufgelagert, wie auf der Nordseite demjenigen des Weisshorns.

In dem Durchschnitt von Erosa durch das Landwasser nach Stuls (s. Fig. pag. 270) erscheinen drei mächtige Kalkmassen, getrennt durch rothen Sandstein und Glimmerschiefer, Alles mit S Fallen, und man hat Mühe, sich von der Ansicht frei zu halten, dass wirklich drei ungleiche Altersformationen von Kalkstein auftreten, geschieden durch einen älteren und jüngeren Sandstein. Auch ist die Steinart ungleich. Die beiden unteren Kalkmassen sind schwarz, deutlich geschichtet, mit Vegetation bedeckt, die oberste ist wohl vorherrschend Dolomit und zeigt die durchgehende Zerspaltung und Nacktheit dieses Gesteines. Auf der linken Seite der Albula erscheint jedoch aller Kalk und Dolomit zu einer ungetrennten Masse vereinigt, worin, wie man glauben muss, die von Ost her eingreifenden Sandsteine sich auskeilen. Die hoch aufgeworfene, in die wunderbaren Felsstöcke des Piz Promascel, Piz Ragnuz und Piz Crap oder Tinzerhorns zerspaltene Kalk- und Dolomitmasse fesselt, auf jeder freieren Anhöhe von Bünden, vorzugsweise das Auge. Kühnere Formen kommen im Kalkgebirge selten vor, man wird an den Longkofel oder Sasso Vernale erinnert; die Stöcke sind vollkommen nackt, nach allen Seiten von hohen Trümmerhalden umgeben. Auch östlich von dem Engpasse; worin die Albula diese Gruppe

durchströmt, zwischen Tischalp und dem Albula, behält das Gebirge diese rauhe Gestaltung, und erst am Abfall gegen das Engadin verliert es mit der Erhebung auch seinen felsigten Charakter und bedeckt sich zum Theil mit Dammerde und Vegetation.

Auf der Ostseite des Inn's, in den ausgedehnten, noch wenig untersuchten Kalkgebirgen, welche das Engadin von den Quellbezirken des Spöl und der oberen Etsch scheiden, möchte noch die meiste Hoffnung bleiben, charakteristische Petrefacten aufzufinden. Hier will Hacquet seine Trilobiten entdeckt haben; bei Camogask fand Escher Echinitentrümmer und Steinkerne von Bivalven; am Corno Bianco auf dem Bernina sammelten wir Bivalven und Pentacriniten. In die meisten Nebenthäler dieser Kalkgruppe ist aber noch kein Geologe eingedrungen, und selbst die dem Engadin zugekehrte Seite ist, mit Ausnahme der Gegend von Tarasp, nur flüchtig berührt worden. Ein grosser Theil der Steinart, auf dieser Seite des Gebirges, ist aber gewöhnlicher dunkler Alpenkalk, worin organische Ueberreste wohl vorkommen könnten, geschichtet, mit Wald oder Weide bekleidet. Erst tiefer hinein und auf den Höhen, in dem wüsten Felsthale, durch welches man, längs dem Spöl einwärts nach Livigno gelangt, auf der öden Steinfläche von S. Giacomo di Fraele, in dem schauerlichen Engpasse, der nach Scarl führt, erscheint das Gebirge wieder wie früher, nackt, zertrümmert und grösstentheils wohl als Dolomit.

Die Auflagerung dieser Kalksteingebirge auf den Rothen Sandstein oder Verrucano ist längs ihrer südlichen Grenze eben so klar, als in den Thälern von Vorarlberg, Erosa und Bergün. Wir kennen sie in den Gebirgen von Livigno (S. 347), auf Casanna und bei Trepalle. Mit gleicher Deutlichkeit lässt sie sich auf beiden Seiten der Buffalora und im Münsterthal beobachten. Nicht selten fehlt aber der Verrucano, und der Kalk bedeckt dann unmittelbar, bald den älteren Grauen Schiefer, wie bei Bormio, bald Glimmerschiefer, Gneis oder Granit, wie auf der Höhe des Bernina und im Engadin.

VIII. Dolomit.

Unter dieser allgemeinen Benennung vereinigen wir mehrere, petrographisch sehr verschiedene Steinarten, und müssen es, wegen Mangel an chemischen Analysen, einstweilen dahingestellt lassen, ob alle als wahre Braunspathgesteine, als Verbindungen von kohlensaurer Kalkerde und kohlensaurer Talkerde im Verhältniss von 1 : 1, betrachtet werden können. In einigen scheint auch Kieselerde als constanter Bestandtheil vorzukommen; andere sind vielleicht mechanische Gemenge von Kalkstein uud wahrem Dolomit; in noch anderen dürfte selbst der Talkerdegehalt noch problematisch sein.

Als sehr verbreitete und beinah coustant in gewissen Gruppen von Felsarten wiederkehrende Gesteine sind besonders vier, petrographisch von einander wesentlich abweicbende Steinarten hervorzuheben.

1. *Zuckerartiger Dolomit.* Das Gestein von Binnen und Campolongo. Weiss, seltener grau, sehr kleine Rhomboeder in zuweilen nur lockerer Aggregation, daher leicht in Sand zerfallend. Der feste Fels ist oft klaftertief in Sand aufgelöst; auch die scheinbar festen, wie künstlich polirter Marmor aussebenden Felsbuckel zerbröckeln im Anschlagen. Nicbt selten dickschiefrig, die Schieferflächen bedeckt mit Talk oder Glimmer. Oft mit mannigfaltigen anderen Einschlüssen: *Braunspathkrystallen*, *Schwerspath*, *Diaspor*, *Tremolith*, *Idokras*, rothem und blauem *Korund*, wasserhellem, gelbem und grünem *Turmalin*, *Rutil*, *Schwefelkies*, *Dufrènoysit*, gelber *Blende*, *Realgar*, *Auripigment*. — Wie der weisse Marmor, und oft in engster Verbindung mit demselben, bildet dieser Dolomit Einlagerungen in dem krystallinischen Schiefergebirge, im Glimmerschiefer und Gneis, so in Veglia, Val Canaria, und auf Campolongo. Beträchtliche Streifen kommen aber auch im Grauen und Grünen Schiefer der Hochalpen vor, wie in Ausser-Binnen, bei Airolo und Ghirone.

2. *Grauer Dolomit.* Hell bis dunkelgrau, verwacbsen feinkörnig bis dicht, die Bruchflächen von feinsandigem Aussehn, vielfach zerspalten, an der Aussenfläche fast weiss,

staubig, oft wie zerhackt oder warzig. Eine Stratification ist selten zu erkennen. Es ist der herrschende Dolomit der nackten Felsstöcke und Ketten in Bünden und dem nördlichen Tyrol. Nach unten, und auch wohl im Fortstreichen, stebt er in Zusammenhang mit stratificirtem grauem oder schwarzem Kalkstein, oder Grauem und schwarzem Schiefer.

3. *Dolomitischer Kalkstein.* Dicht und härter als Kalkstein, vielleicht mit Kieselgehalt, bedeutend fest. Muschliger Bruch. Im Inneren blaulich oder gelblich weiss, auch braun; aussen nackt, wie mit Staub bedeckt, strohgelb bis roth, auch wohl weiss. Meist in dicke Bänke abgesondert; mit grösserer Deutlichkeit senkrecht auf die Stratification zerklüftet; die Aussenfläche nach mehreren, sich kreuzenden Richtungen zerschnitten. — Meist in Verbindung mit bunten Galestroschiefern, Verrucano, Quarzit; auch mit krystallinischen, grünen und grauen Schiefern. Zuweilen verliert auch der gewöhnliche graue oder schwarze Kalk im Fortstreichen die Vegetation und nimmt, in schwächerem oder höherem Grade, den Charakter des dolomitischen Kalksteins an. — Obgleich niemals für sich grosse Gebirge bildend, wie der graue Dolomit, und in der Regel nur als Einlagerung auftretend, ist der dolomitische Kalk doch eine der am allgemeinsten in den Alpen verbreiteten Steinarten. Wir kennen ihn in den Rousses, wo Dausse ihn als wie an den Gneis angeschmolzen beschreibt; in den Umgebungen des Montblanc, der Walliser- und Berner-Alpen, in Bünden und Tyrol fällt er durch seine gelbe Aussenfläche leicht in's Auge.

4. *Rauchwacke.* Der Rauchwacke, welche den Gyps begleitet, sehr ähnlich, aber als selbständige, für sich mächtige Einlagerungen und hohe Gebirgsmassen bildende Steinart auftretend. Theils als dolomitische Breccie, die sich oft enge an den dolomitischen Kalk anschliesst: eckigte Trümmer von weiss oder gelb staubigem, dolomitischem Kalk, auch wohl von Glimmerschiefer, Gneis und Quarzit sehr fest unter sich verwachsen; theils als zelliges, löchriges Dolomitgestein, die Zellen leer, oder mit weissem oder gelbem Thon gefüllt, der aus der Verwitterung eingebackener Dolomitstücke entstanden scheint. Oft sehr gro-

teske, von Höhlen durchzogene, hellgraue, gelbe, braune oder rothe, nackte Felsen bildend; auch wohl bewachsen, aber in tiefen Graben durch die Wildbäche eingeschnitten.

Es ist der Kalkstein häufig so enge mit Dolomit verbunden, dass es nicht zu vermeiden war, in der Beschreibung der Kalk teinmassen zum Theil auch des Dolomites zu gedenken. So ist bereits öfters der dolomitischen Kalksteine und Rauchwacken Erwähnung geschehn, so ferner der weissen zuckerartigen Dolomite der Veglia- und Deveralpen am Simplon und der grauen Dolomite der grossen Bündner Kalkmasse. Mehrere Dolomitmassen verdienen jedoch noch besonders hervorgehoben zu werden.

In dem schmalen Schieferstreifen, der sich zwischen der Gneismasse des Gotthards und derjenigen der Simplongebirge durchdrängt, erscheint eine Lagermasse von weissem oder grauem zuckerartigem Dolomit, der schon in älterer Zeit die Aufmerksamkeit alpinischer Geologen auf sich gezogen hat. Der so gerne generalisirende Ebel bildete aus diesem Dolomit seine südliche Urkalklinie, die er aus Dauphiné bis an die Grenze von Ungarn glaubte verfolgen zu können. — Mit Sicherheit erkennen wir diesen Dolomit zuerst auf dem hohen aber wenig beschwerlichen Rosswaldpasse, der von Ganter, an der Simplonstrasse, nach dem Binnenthal führt. Die Dolomitlager und die enge damit verbundenen Gypslager stehn vertical, 20 bis 40 m. mächtig, zwischen dem südlich angrenzenden Gneis und dem nördlichen Grauen Schiefer, nehmen aber weiter östlich, an der linkseitigen steilen Thalwand der Stadtalp, zugleich mit den sie begleitenden Gesteinen, nördliches Fallen an. Der Gneis oder Glimmerschiefer bildet dann ihre Grundlage, der Schiefer ihre Decke. Zwischen der Kirche und Schmiedigen geht der Dolomit im engen Thalgrunde mächtig zu Tage, und die Binne hat sich in dem leicht zerstörbaren Gestein ihr Bett gegraben. Gegenüber Imfeld, im Ansteigen nach dem Gaispfad (S. 224), enthält der hier S fallende Dolomit Adern von *Schwefelkies*, Drusen von *Realgar*, seltener auch *Auripigment*, eingesprengte gelbe *Blende* und den mit Federerz verwandten *Dufrènoysit*; auch kleine, hellgelbe *Turmalinnadeln, Schwer-*

spath- und *Bitterspathkrystalle.* Auf dem Dolomit liegt Gneis und auf dem Kamm des Gebirges Serpentin.

Im Fortstreichen der Dolomite des Binnenthales und in ähnlicher Stellung zu der zwischen den Gneismassen fortsetzenden Schieferzone finden wir weissen zuckerartigen Dolomit, meist in Verbindung mit Gyps, in der Umgebung des merkwürdigen Gebirgsknotens, auf welchem der Tessin, die Maggia, die Tosa und Zuflüsse der Rhône entspringen. Im engen Hintergrund des öden, bis in die neueste Zeit unseren Karten unbekannt gebliebenen Bavonathales, am östlichen Fusse des mächtigen Pasodans, hat sich der reissende Thalbach, theils in weissen Dolomit, theils in ein Gemenge von Dolomit und Hornblende eingegraben und in dem ersteren schöne Riesentöpfe ausgenagt. Auf der Westseite der Pasodankette, die den flachen Alpboden des Valdesch begrenzt, zeigt sich der Dolomit, mit Rauchwacke, Gyps und weissem Marmor, als Einlagerung in dem herrschenden schwarzen Nufenenschiefer. Und dieselben Gesteine begleiten uns durch das ganze V. Bedretto, vom Nufenenpasse bis nach V. Canaria, wo besonders der zuckerförmige Dolomit mächtig entwickelt ist. Ueber dem N fallenden Gyps, am Fuss der rechten Thalseite, steigt der Dolomit, wohl bei 30 m., hoch an, mit gleichem N Fallen, in der Höhe reichlich mit Talk gemengt. Ueber ihm folgt, bei 100 m. mächtig, quarziger Glimmerschiefer, dann Talkschiefer, gedrängt voll von zum Theil nussgrossen Granatdodekaedern, und nun das schöne ebenfalls Granat führende Hornblendgestein, das man aus den Gotthardsammlungen kennt; noch höher Gneis. Auf dem angenehmen Wege über die Altancaalpen, den Rotomsee vorbei, nach dem Lukmanier, hat man zur Linken nördlich fallenden Schiefer, mit Hornblende und Granat, das Gestein der Nufenen, und hinter demselben sieht man den aus V. Canaria nach V. Cadelina fortstreichenden weissen Dolomit aufsteigen. Bei der Alphütte von Piora betritt man die Dolomitzone selbst und bleibt darin, auf einer von vielen Graben und weissen Abstürzen durchschnittenen Hochfläche, bis man sich nördlich nach dem Col dell' Uomo wendet. Hier legt sich N fallender schwarzer Schiefer auf den Do-

lomit, abwechselnd mit Hornblendschiefer und weit gegen S. Maria hin anhaltend. Der Dolomit aber erhebt sich, am Ende des tief eingeschnittenen Piorathales, zu einem wild zerrissenen nackten Stocke, der gegen O steil nach Casaccia abfällt. Man findet diesen Dolomit noch an der Nordseite des merkwürdigen, nur durch eine enge Felsschlucht mit dem unteren Thale in Verbindung stehenden Kesselthales von Campo und Ghirone, stets als Einlagerung in den schwarzen Nufenenschiefer. Aber weiter östlich setzt er nicht fort, da nun das Gneisgebirge der Rheinwaldgletscher tiefer nach Nord vordringt, und was man auf der Greina als Dolomit bezeichnet sieht, ist Rauchwacke.

Im Thale des Tessin verbreitet sich aber derselbe zuckerartige Dolomit abwärts, bis unterhalb Faido; meist in der Höhe beider Gebirgsabhänge, als mächtige Einlagerungen im Gneis- und Glimmerschiefergebirge, in oft wechselnder Schichtenstellung, oder auch ohne Bedeckung den höchsten Rücken bildend. Man findet ihn oberhalb Dazio, auf den Alpen von Campolongo, in tiefen Graben und Halden entblösst und von den Gebirgsbächen vielfach durchschnitten. Der ganze Alpkessel ist von diesem Gesteine umschlossen, und nachdem man den Pass überstiegen, bleibt man bis auf die untere Alp, eine halbe Stunde, bevor man Fusio erreicht, davon umgeben. Die Grundlage des hier steil SO fallenden Dolomits ist Glimmerschiefer oder glimmeriger Grauer Schiefer, die südlichen dem Dolomit aufgelagerten Felsstöcke aber bestehn aus Gneis. Der Dolomit von Campolongo enthält Einlagerungen von Hornblendschiefer und schliesst die den Sammlern wohl bekannten Mineralien ein, am häufigsten *Talk*, *Tremolith*, *Eisenkies*, grosse *Braunspathzwillinge*, seltener grünen und wasserhellen *Turmalin*, rothen und blauen *Korund*, *Rutil*, *Realgar*, *Idokras*, *Diaspor*.

Es lässt sich im höheren Gebirge der Dolomit südwärts von Campolongo bis an die Piumegna und, in vereinzelten Nestern, bis in die Umgebung von Gribio verfolgen. In einer Mächtigkeit von wohl 60 m. schiesst er mit steilem SW Fallen, auf der Alp Cadone bei Dalpe, unter die Cima di Lambro ein und bildet oberhalb Dalpe hohe,

von fern durch ihre weisse Farbe auffallende Felsabstürze. Der ihm aufgelagerte, hier die höchsten Gipfel bildende braune Glimmerschiefer ist, im Hintergrund der Piumegna und auf der Höhe von Lambro, wie über dem Dolomit in V. Canaria, gedrängt voll von Granat, dem sich, mehr vereinzelt, auch Staurolith, blauer Cyanit und schwarzer Turmalin beimengen. Es sind dieselben Glimmerschiefer, die auf der Südseite der Piumegna sich im P. Forno bis zu 2909 m. erheben und an seinem südlichen Abhang, hoch über der Terrasse der Alp Sponda, die in den Sammlungen bekannten *Staurolithe* und *Cyanite* enthalten, denen man gewöhnlich den 4 Stunden tiefer liegenden Fundort Chironico beisetzt, weil hier die Kirche dieses weiten Alpreviers steht.

In grösserer Mächtigkeit vielleicht, aber weniger entblösst, bildet der zuckerartige Dolomit den höheren Theil der linken Seite des V. Leventina, oberhalb Rossura bei Faido, und bis auf Naraalp. Von Dalpe aus erscheint er hier als eine horizontale Einlagerung im Glimmerschiefer und Gneis, und am Abhange selbst findet man ihn, so wie man die mächtige Gneisgrundlage des Gebirges überstiegen hat, in vielen Graben anstehend. Aber die Granat, Staurolith und Cyanit führende Decke fehlt auf dieser Seite, und auch im Dolomit selbst sind bis jetzt die mannigfaltigen Mineralien, durch welche Campolongo berühmt ist, nicht aufgefunden worden. Wie auf der rechten Thalseite erscheint die in der Tiefe ziemlich gleichförmige horizontale Lagerung auf dem Gebirgskamme gestört, und es zeigt sich starkes SW Fallen und ein Wechsel verschiedenartiger Gesteine. Unter dem Glimmer- und Hornblendschiefer des Narapasses und des N daran stossenden Felsgipfels steigt der Dolomit bis auf den höchsten Kamm und setzt quer durch den Felsrücken an seine Ostseite. Unter ihm liegt, weiter nördlich, in einer Mächtigkeit von vielleicht 100 m., grauer körniger Kalkstein, dann folgt wieder weisser Dolomit, der sich wohl an den Dolomit auf Piora und Rotom anschliessen mag.

Die Dolomite von Graubünden unterscheiden sich in mehrfacher Beziehung von der Steinart des Binnenthales und

den Umgebungen des Gotthards und tragen, wie die Bündner Gebirge überhaupt, mehr den Typus des Tyrols und der Ostalpen. Es sind nicht Einlagerungen im Grauen oder krystallinischen Schiefer, sondern, wie die Dolomite von Fassa oder Buchenstein, frei stehende, kühn gestaltete, dem Hochland aufgesetzte Stöcke, zerborsten, mit zackiger, oft wie zerhackter Aussenfläche, die das Ansehn einer erstarrten breiartigen, Trümmer und Sand einschliessenden Masse hat, umgeben von Trümmerhalden, die sich unter der fortdauernden Zerstörung des durch und durch zerspaltenen Gesteines, stets frisch erhalten. Der Dolomit ist nicht zuckerartig, auch nicht, wie der südalpinische, weiss mit Drusenhöhlen, sondern grau, feinschuppig bis dicht, zuweilen einer zusammengehackenen Asche ähnlich, an der Sonne stark schimmernd, die Oberfläche wie mit weissem Staube besetzt. Nicht selten wird das Gestein zellig und löchrig, und geht über in Breccie und Rauchwacke. Es sind dem Auge verschwindende Krystalle, die zu einer festen Masse verwachsen sind.

Zu den auffallendsten dolomitischen Gebirgsgruppen gehören die hohen und wild zerrissenen Stöcke des Piz Tschon, im Hintergrund von Savien, über dem Grauen Schiefer des Alpenlands von Wergestein und Arosa aufgethürmt, wie die Kofel über den Weidflächen von S. Cassian, und his in den nach N steil abgestürzten Piz Beverin fortsetzend. Die Grundlage dieser Dolomitstöcke besteht, wie in Tyrol, aus dunkelgrauem Kalk, der mit dem gewöhnlichen Bündnerschiefer wechselt und längs der alten Strasse von Splügen nach Suvers, im letzteren selbst, und am Wege nach den Alpweiden Durnaun, häufig zu Tag geht. — Der Hintergrund von Savien ist ein ausgezeichneter Circus, von hohen, verticalen Schieferwänden umschlossen. Auf der oberen, bis zur Schneegrenze sich erhebenden Hochfläche stehn die Dolomitkegel, nach allen Seiten umgeben von Trümmerhalden, nackt, ohne Schichtung, vielfach durchlöchert und beinah schwammig. Die hellgraue oder röthlich braune Rauchwacke sieht aus der Ferne einer vulcanischen Masse ähnlich. Unter diesen Stöcken liegt auch auf dieser Seite des Gebirges, regelmässig ge-

schichteter, enge mit dem Schiefer verbundener Kalkstein, derselbe wohl, worin am Piz Beverin Belemniten vorkommen.

Ungeacht der theilweisen Uebereinstimmung des Gesteins, müssen wir von dem Dolomit dieser Stöcke den merkwürdigen Streifen von Rauchwacke lostrennen, der in derselben Gegend die Grenze der Schieferbildung und des Gneises der Suretagebirge begleitet. Es tritt diese bräunliche Rauchwacke schon bei den Galerien auf der Südseite des Splügenpasses auf, öfters Trümmer oder enge mit der Grundmasse verwachsene Partie'n von Gneis und Glimmerschiefer einschliessend, auch wohl in Verbindung mit dunkelm Kalkstein, weissem Marmor und Gyps. Auf der Nordseite hält dieses Gestein, in zerfallenen, höhlenreichen Felsen, an, bis in den Thalboden von Splügen, und jenseits demselben findet man es wieder am Wege von Suvers nach den Alpen. Es ist ein Gestein, wie wir bereits ähnliche an anderen Stellen, auf der Grenze von Gneis und Kalk, kennen gelernt haben, doch aber von eigenthümlichem Charakter: bald vorherrschend eine dolomitische Breccie, mit welcher Knauer und Mandeln von weissem Marmor, Quarz und grünem Talk verwachsen sind; bald ein grüner Talkschiefer, mit Mandeln von Quarz und grossen Feldspathkrystallen, bald bräunliche von grünem Talk durchzogene Rauckwacke. Ausgezeichneter, als auf der Westseite von Schams, tritt dieses merkwürdige Gestein auf der Ostseite, in den Alpen von Albin und Nezza auf; auch hier zunächst an der Grenze von Schiefer und Gneis, doch aber in einem langen Ansläufer, zwischen dem unteren Schiefer der Via mala und demjenigen des Curvèr, bis Despin fortsetzend, vielleicht in Verbindung mit einer im Inneren der Curvèrmasse verborgenen nördlichen Fortsetzung des Gneisgebirges. In der Nähe des entblössten Gneises, auf Albin und Nezza, hält der breccienartige Charakter der Steinart an, bis auf den höchsten östlichen Gebirgskamm, und das Gestein ist an vielen Stellen dieses Kammes reine bräunliche Rauchwacke, zum Theil mit Gyps in Verbindung, an anderen eine meist grobschiefrige Breccie innig verwachsener Kalkstein-, Dolomit- und Thonschiefer-

trümmer. Mitten in dieser Trümmerbildung liegt, beinah auf dem obersten Kamm des Felsrückens, der die Alpthäler Presanz und Albin scheidet, das früher erwähnte Lager von schiefrigem, feinkörnigem, schwarzem Kalkstein, voll von in weissen Kalkspath übergegangenen Belemniten und undeutlichen anderen organischen Ueberresten.

IX. Gyps.

In enger Verbindung mit Dolomit und Rauchwacke zeigt sich weisser, oder durch Verwitterung von Eisenkiesen bräunlich uud röthlich gefärbter, meist feinkörniger bis dichter Gyps. Es lässt mit vieler Wahrscheinlichkeit sich annehmen, dass wenn man ihn in grösserer Tiefe beobachten könnte, er sich, wie der Gyps von Bex, als Anhydrit zeigen würde. Die Lagerungsverhältnisse sprechen für einen Ursprung durch Umwandlung und für stark auf das Nebengestein einwirkende Processe. Der Gyps erscheint in stockförmigen Massen, die eben so schnell sich wieder verlieren, als sie zu mächtigen Nestern anschwellen; die Schichtung des angrenzenden Schiefers oder Kalksteins ist gestört und verworren; der Schiefer hat stärkeren Glanz, er ist zum Theil bunt, roth und grün; es zeigen sich darin frisch aussehende, meist grüne oder weisse Talkblättchen, Quarzkrystalle, sogar Feldspath und Granat, oder er steht in enger Verbindung mit Conglomeraten von talkigem Cement; der Kalkstein ist entfärbt und zeigt die alabasterähnliche Beschaffenheit, wie sonst wohl im Contact von Granit oder Gneis; häufiger ist er in Rauchwacke übergegangen; der Gyps selbst enthält nicht selten, in Menge eingesprengten Schwefelkies, durch dessen Zersetzung er braunroth punctirt erscheint.

Die Verbreitung der Gypsmassen folgt ziemlich deutlich dem Streichen der Schieferzonen und der ihnen unter-

geordneten Kalksteine und Dōlomite. Von der Tarentaise her, wo in der Umgebung von Bourg S. Maurice und über den Kleinen Bernhard der Gyps an vielen Stellen zu Tage geht, sehn wir einzelne Gypsmassen, sowohl auf der Westseite, als auf der Ostseite der Montblancmasse, in Chamouni, wie bei Courmayeur und in V. Ferret, im Schiefer zerstreut. Auf der letzteren Linie begleiten sie den Schiefer das Wallis aufwärts, bis zu seiner Gabelung an der Gotthardmasse, und auch hier finden wir den Gyps wieder auf ihrer Nordseite, in der Nähe der Furca, wie auf der Südseite, in Bedretto, Canaria, Cadelin und Blegno.

Je häufiger im Verfolg dieser Schieferzone der Gyps sich zeigt, um so auffallender ist seine Seltenheit in dem breiten Revier der südlicheren Gebirge, wo doch Kalk, Dolomit und Schiefer keineswegs fehlen. Der Gyps hält sich stets in der Nähe des Ausgangs der südlicheren Wallisthäler, oder im Hauptthale selbst, und von da bis an den Südrand der Mittelzone bleibt er aus; eben so vom obersten Hintergrund der Tessinerthäler bis an das südliche Kalkgebirge, wo man erst wieder, am mittleren Comersee, bei Nobiallo, Gyps findet.

In Graubünden folgt die Verbreitung der Gypsstöcke einem anderen Princip. Der Gyps erscheint abhängig von dem Hervortreten metamorphischer oder eruptiver Gesteine, von Serpentin, Dolomit, Granit. So zeigt er sich in der Umgebung des Casannagebirges, wo Davos, Schalfick und Prättigau in einem durch Mannigfaltigkeit der Steinarten und gestörte Lagerungsverhältnisse so merkwürdigen Gebirgsstock zusammenstossen. Es bildet daselbst der Gyps eine gangähnliche Einlagerung zwischen Quarzit und krystallinischen Schiefern, vertical aufsteigend, dann in der Höhe zweimal sich umbiegend und horizontal fortstreichend. In einer ähnlichen Verflechtung mannigfaltiger Gesteine zeigt er sich am Weisshorn, oberhalb Parpan, und in der südlichen Fortsetzung dieser Bildungen, quer durch die Alpen, in Oberhalbstein, Bergün, Albula und Ober-Engadin. Auch das isolirte Vorkommen oberhalb Soglio,

am südlichen Ende der Schieferzone Mittel-Bündens, muss wohl noch dieser Gruppe beigeordnet werden.

In Unter-Engadin scheint die frühere lineare Verbreitung, im Gefolge des Schiefers, sich wieder einzustellen; doch liegt es vielleicht noch näher, die Gypsanbrüche bei Steinsberg, Fettan und Sins mit dem Hervortreten reicher Mineralquellen und krystallinischer Gesteine bei Tarasp in Verbindung zu bringen. — Im Münsterthal nnd auf der Malserheide erscheint der Gyps, wie wir es in der nördlichen Kalkzone öfters sehn werden, an der unteren Grenze der neptunischen Bildungen.

X. *Verrucano, Quarzit, Rother Sandstein.*

Das Auftreten und die Lagerungsverhältnisse dieser Gesteine sind zum Theil räthselhaft und deuten auf verwickelte und oft sehr gewaltsame Processe. Ihr plötzliches Anschwellen zu mehr als hundert Meter dicken Stöcken, der Uebergang deutlicher Conglomerate in krystallinische Steinarten, der starke Eisengehalt, die häufige Verbindung mit Rauchwacke und gelb bestaubten, dolomitischen Kalksteinen, und andere Verhältnisse geben der Annahme Raum, dass sowohl mechanische als chemisch-plutonische Kräfte, Sedimentbildung und Erosion eben so wie von unten her aufgestiegene Stoffe zu ihrer Erzeugung und Gestaltung mitgewirkt haben. Es möchte desshalb ein vergebliches Bemühen sein, für diese Bildnngen einen bestimmten Rang in der Altersfolge der Formationen ausznmitteln, oder sie als allgemein verbreitete in jedem Profil wiederfinden zu wollen.

Organische Ueberreste kommen, mit Ausnahme der von Curioni in den Bergamaskergebirgen aufgefundenen Conchylien, die den dortigen Verrucano oder Servino als Trias bezeichnen würden, nicht vor. In neuester Zeit haben Meneghini und Savi in Anthracitschiefern, welche, auf dem rechten Ufer der Era bei Volterra, der tieferen Masse

des toscanischen Verrucano angehören, unzweifelhafte Kohlenpflanzen, *Pecopteris arborescens* und *Annularia longifolia*, entdeckt (Murchison). Dass der Verrucano verschiedener Gegenden ungleichen Altersformationen angehöre, ist leicht möglich, da ja auch im übrigen Europa Rothe Sandsteine in sehr verschiedenen Epochen vorkommen. Verrucanomassen, welche dem Anthracitschiefer untergeordnet sind, können, wenigstens ursprünglich, nicht von gleichem Alter sein, wie diejenigen, die mit jurassischen Schiefern abwechseln. Betrachten wir jedoch diese Gesteine als metamorphische Bildungen, so kann das Alter des Nebengesteins eben so wenig über die Epoche der Umwandlung entscheiden, als wir aus dem Alter einer Kalkformation auf die Zeit ihres Ueberganges in Gyps oder Dolomit schliessen können.

Die Steinarten, die wir in diesem Abschnitte zusammenfassen, sind nach den bezeichneten Hauptgruppen folgende:

1. *Verrucano.* In mannigfaltigen Abänderungen. Oft nicht verschieden von dem S. 29 beschriebenen Gesteine, als grünliches oder röthliches Quarzconglomerat mit Talkcement; oft vorherrschend dunkelroth, ein mit weissem Glimmer oder grobem Quarzsand gemengtes Bindmittel von rauhem dunkelrothem Thonschiefer, mit fest umschlossenen, eckigten oder runden Geschieben von Quarz, Jaspis, Gneis, Glimmerschiefer, rothem und schwarzem Thonschiefer, auch wohl rothem Porphyr, Dolomit, Kalk. Meist ist das Cement auch für sich entwickelt und begleitet die Conglomerate, als grüner oder rother, quarziger Talk- oder Glimmerschiefer, oder als rauher, kirschrother, oft grün gefleckter, glimmeriger Thonschiefer.
2. *Quarzit.* Als Talkquarzit an den talkigen Verrucano sich anschliessend: ein Aggregat weisser und röthlich weisser Quarzkörnchen mit grünlich weissem Talkcement. Bei sich zurückziehendem Talk übergehend in körnigen bis dichten Quarzfels. Auch Glimmer aufnehmend, und, durch Entwicklung von Feldspath, übergehend in Gneis.

3. *Rother Sandstein.* Kirschrothe, rauhe, sandige Thonschiefer werden, bei abnehmendem Thongehalt, zu dunkelrothen, meist grobkörnigen Sandsteinen. Oft sind in feineren Thonsandsteinen streif- und nesterweise gröbere Quarzkörner mehr zusammengedrängt. Mit den rothen wechseln zuweilen auch grüne, oder weisse Sandsteine.

Das Vorkommen dieser Steinarten und ihre Verbindung mit anderen Bildungen führt zu einer Einordnung derselben in mehrere Gruppen, die jedoch nicht scharf gegen einander abzugrenzen sind. In jeder dieser Gruppen kommen in der Regel alle drei Steinarten vor, doch ist in der einen mehr die eine, in einer anderen die andere vorherrschend.

1. Dem Grauen Schiefer untergeordnete Massen.

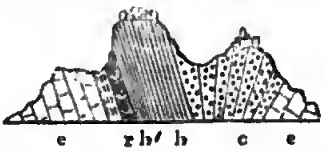
In diesem Lagerungsverhältniss haben wir den Verrucano und Quarzit bis jetzt, in den Cottischen und Westalpen, vorzugsweise kennen gelernt. Rother Sandstein kommt in dieser Form der Lagerung selten vor, oder nur als Begleiter des rothen Conglomerates. In den Umgebungen des Montblanc und der Aiguilles Rouges haben diese Gesteine, als *Poudingues de Valorsine*, eine grosse Berühmtheit erlangt, weil Saussure aus der verticalen Stellung ihrer Lager über der Ebene von Céblancs, zwischen Valorsine und dem Col de Balme, auf eine später als ihre Ablagerung erfolgte Aufrichtung derselben schloss. Das Bindmittel ist ein rother, violeter, auch wohl grüner und grauer, meist aus Glimmer bestehender Schiefer, die Geschiebe, von der Grösse eines Sandkorns bis kopfgross, sind scharfkantig oder gerundet, und bestehn aus Gneis, Glimmerschiefer, Quarz, mit Ausschluss wahren Granits und jeder Art von Grauem Schiefer oder Kalkstein. Im Ansteigen nach dem Fuss dieser Gesteine sieht man erst massigen, grauen Granit, dann Gneis, der mit 60° nach O fällt. Ueber dem Conglomerat folgen etwas weniger steil aufgerichtete, nach O fallende schwarze und graue Schiefer, Sandsteine und Kalksteine, dem System der

Anthracit- und Kränterschiefer des Col de Balme angehörend. Das Conglomerat selbst kann nur als eine ungewöhnliche Einlagerung in die nämliche Bildung betrachtet werden und erscheint, an nahe gelegenen Stellen, mit ihren Schiefern und Sandsteinen in untrennbarer Verbindung.

Im Durchschnitt des Tête-noire und auf der linken Seite des Rhônethals sieht man den Verrucano nicht mehr, sondern nur die schwarzen Conglomerate und Breccien des Anthracitsandsteins. Von der Hauptstrasse aus, fällt aber, auf dem rechten Ufer der Rhône, die M. des Gorges in's Auge (S. 362), deren mächtige Bänke von Verrucano den Gebirgskamm zwischen dem Jamantobel und der Foullyalp bilden. Das Bindmittel dieses Conglomerates ist weniger krystallinisch, als auf Céblancs, und auch für sich, als rother, violeter und grüner sandiger Thonschiefer, ausgesondert. Das Fallen ist mit 20° nach O. Auf der Alp Collonge sieht man das Conglomerat abweichend dem hier bis an seine untere Grenze aufsteigenden Gneis aufgelagert, weiter südlich, auf Alesse, scheint es dagegen unmittelbar an die schwarzen Schiefer und Sandsteine anzustossen, und in der Höhe, gegen Foullyalp hin, wird es von den schwarzen und grauen Anthracitschiefern bedeckt.

In grösserer Entfernung vom Gneis treten im Wallis keine rothen Conglomerate, wohl aber Quarzite auf, meist als Talkquarzite. Auf den oberen Kämmen der südlichen Wallisthäler, zwischen Bagne und Heremence, zwischen V. d'Erin nnd V. d'Anniviers, zwischen diesem und Turtmannthal, trifft man mächtige Felsmassen dieser Quarzite, welche der Erosion besser, als der sie einschliessende Schiefer, Widerstand geleistet haben. Ein merkwürdiges Beispiel dieser Quarziteinlagerungen bietet der Schlosshügel von Sitten dar:

Tourbillon. Valeria.



e r b' b c e

b Graue Schiefer. e Kalkstein.
b' Talkige Schiefer. r Gyps.
c Quarzit.

Besteigt man von der inneren Stadt aus den Hügel, so zeigt sich am Wege schon schiefriger grüner Talkqnarzit, der nach der Höhe zu auch massiger auftritt, deutliche weisse, stark glänzende Feldspathzwillinge aussondert und sich einem wahren Protogin nähert; der Quarz bleibt jedoch immer vorwaltend, als feinkörnige, zum Theil fast sandige Grundmasse. Dieses Gestein bildet fast ausschliesslich den südlichen Hügel, auf welchem Valeria steht. Zwischen beiden Hügeln stehn seine Straten vertical, neigen sich aber mehr und mehr nördlich, je weiter man nach dem südlichen Abfall vorschreitet, und steigt man an diesem abwärts der Rhône zu, so sieht man grauen dichten Kalkstein unter den Quarzit einschiessen und den ganzen unteren Theil des Absturzes bilden. Wendet man sich aber auf der Höhe gegen den nördlichen Hügel Tourbillon, so wird bald der Quarzit verdrängt durch grauen glimmerigen Schiefer und körnigen Kalkstein, deren Schichten steil südlich fallen. Die Kuppe, auf welcher Tourbillon steht, zeigt keine anderen Gesteine, und erst an ihrer tieferen gegen Nord vortretenden Vorstufe geht Gyps zu Tage und S fallender dickschiefriger Kalkstein, der in einem Tagbruch ausgebeutet wird.

Die Steinarten dieses Hügels befinden sich demnach in fächerförmiger Stellung, und Talkquarzit mit Feldspathkrystallen steht vertical in der Axe des Fächers, während auf beiden Seiten, am Fuss des Hügels, Kalkstein gegen die Axe einfällt. Die Structur erinnert an diejenige der grossen fächerförmigen Centralmassen, und das eine Vorkommen erklärt vielleicht das andere. Der Quarzitschiefer von Sitten kann als eine unentwickelt gebliebene Protoginmasse betrachtet werden.

Auch in dem Grauen Schiefer, der sich über Mittelbünden und Unter-Engadin verbreitet, sind Einlagerungen von Quarziten oder analogen Gesteinen keine seltene Erscheinung. Auf dem Kamm zwischen Churwalden und Erosa zeigen sie sich als Einlagerung des Grauen Schiefers, der die Hauptmasse des Gebirges bildet. Verfolgt man den Grat nördlich dem Schwarzhorn zu, so erscheint unter dem Bündnerschiefer eine neue Steinart. Mächtige

Tafeln liegen, besonders auf der Ostseite des Passes nach Erosa, auf einander, oder umgestürzt, und ihre Trümmer bedecken weithin den Abhang. Weisser Quarz und rother Jaspis sind mit rothem und grünem Thonschiefer zu einem bunten schiefrigen Gemenge vereinigt, dessen Elemente zum Theil die Grösse mehrerer Fuss erreichen und nesterweise sich gegenseitig durchziehn. Der Quarz behauptet meist das Uebergewicht, und etwas nördlicher erscheint auch wirklich Quarzit, aus vorherrschendem Quarz mit wenig Glimmer bestehend. Dann entwickeln sich auch Feldspathkrystalle in der Masse, es bildet sich Gneis aus, und in ähnlichem Wechsel setzen diese Steinarten noch weiter gegen Gürgeletsch fort, dem Thale von Churwalden die felsigten Köpfe der nach SO fallenden Schichten zukehrend. In dem tieferen Theile des westlichen Abhanges treten unter ihnen überall gewöhnliche Graue Schiefer hervor, und in der Nähe des Tschiertscherjoches ist der Quarzit und Glimmerschiefer so enge mit dem anstossenden Kalk verwachsen, dass nothwendig ein sehr naher Zusammenhang zwischen diesen Bildungen angenommen werden muss. (Schweiz. Denkschr. I.)

In Unter-Engadin nähern sich diese Gesteine zum Theil wahrem Granit. „In diesem festeren Theile der Schieferbildung verschwindet oft ganz das Ansehen einer Ausscheidung aus wässerigen Niederschlägen, es entwickeln sich massig anschwellende Schichtmassen, die ein ganz ausgebildeter talkiger Glimmerschiefer sind, mit mehr als liniengrossen, unbestimmt begrenzten Glimmerblättchen, deren grüngraue Farbe in gelbe Eisenfarbe verwittert. Aus diesem Gesteine bestehn die Felsen an der Ausmündung des Scarlbaches, so wie diejenigen am Weg nach Pradella, gegenüber Sins, worin auch Schnüre von Schwefelkies und eines Molybdänglanz oder Graphit ähnlichen Minerals vorkommen. — Endlich entwickelt sich das Korn noch mehr; der talkige Glimmer liegt unregelmässig zwischen dem vorwaltenden Quarz, in dem sich Nester eines dunkeln, glänzenden, Diallag ähnlichen Minerals einmengen. Man glaubt ein unvollkommen ausgebildetes granitartiges Gestein vor sich zu haben, dem der Feldspath fehlt. Ueber

Giaunts bilden solche Abänderungen untergeordnete Anschwellungen im Streichen des Schiefers. Aber anderswo werden sie mächtiger, erstrecken sich quer durch die Schieferbildung nnd scheinen dieselbe in sich anfzunehmen. So am waldigen Rücken hinter Fettan, an dem alten Bergsturz zwischen Pradella und dem Uinnathal, an den Felsen unter Sins und dem wilden, das Thal verengenden Felskopf jenseits Remüs“ (Mousson).

2. Endungsgesteine der nördlichen Centralmassen.

Bereits die Annäherung der Conglomerate von Valorsine und der Gorges an den Gneis der Aignilles Rouges kann die Vermuthung rege machen, es möchte die Entstehung jener auffallenden Gesteine mit der Entwicklung, oder dem Aufsteigen des Gneises in irgend einer Beziehung stehn. Man wird in diesem Gedanken bestärkt durch das Auftreten derselben Gesteine am änssersten Ende der Gneisstreifen, wo sie entweder mit dem Gneise nur Eine Masse bilden, oder, wenn sie davon getrennt sind, doch im Fortstreichen der Gneisstreifen nnd in geringer Entfernung von ihrem Ende hervortreten.

Die Verrucanomassen von Chapin und in der Umgebnng des Bonhomme, wo die Centralmassen der Westalpen und des Montblanc zusammenstossen, mag als ein erstes Beispiel dieses Vorkommens angeführt werden.

Es wiederholt sich dasselbe an beiden Enden der Aignilles Ronges. Das Quarzitgestein von S. Gervais tritt allerdings isolirt anf und ist rings von Anthracitschiefern nmgeben. Seine Lage, nahe am südlichen Ende der Gneismasse der Aiguilles Ronges nnd im Streichen derselben, lässt jedoch vermnthen, dass krystallinische Gesteine ganz nahe an seine Grundlage treten und vielleicht selbst mit ihm in Berührnng stehn. Auch liegen, wie anderwärts, nnmittelbar auf dem Verrucano bunte Schiefer, hier mit Drusen von Bergkrystall, nnd auf diese Schiefer folgt dolomitischer

Kalk, Rauchwacke und Gyps. Am nördlichen Ende der Aiguilles Rouges haben wir das Conglomerat auf den Gorges kennen gelernt.

Dem südwestlichen Ende der Finsteraarhornmasse gegenüber finden wir den Quarzit am Illhorn, zwischen dem Ausgang des Einfischthales und Turtmann. Der Verrucano ist, wie zu S. Gervais, ein feinkörniger Quarzit oder Quarzsandstein, weiss oder röthlich, die einzelnen Körnchen von weissem oder hellgrünem Talk umwickelt. Er ist sehr der Zerstörung ausgesetzt, und der vom Illhorn sich herabziehende, tief eingeschnittene, in der Höhe sich zu einem weiten Kessel erweiternde Illgraben überströmt bei jedem starken Gewitterregen die Thalfläche des Pfynwaldes mit einer neuen Masse von Quarzsand und Blöcken. Wie zu S. Gervais steht er in Verbindung mit Rauchwacke, Gyps und dolomitischen Kalksteinen. Die Lagerungsverhältnisse sind im Einfischthale zu beobachten. Nachdem man, von Ayer bis Vissoye, in dem offenen, gut angebauten Thale selten anstehenden Fels sehn und nur aus der Ferne, nach der Stratification und Gestalt der Gebirgskämme, auf allgemein herrschendes Südfallen der Grauen und Grünen Schiefer schliessen konnte, zeigt sich, ausserhalb Vissoye, nur beschränkt entblösst, mit 50° nach S 50 O fallender Grüner Schiefer, und bald nachher gleich fallender schiefriger Talkquarzit. Nach kurzem Anhalten folgt Rauchwacke, grauer Kalk und weisser Marmor, etwa 10 m. mächtig, und nun wieder Quarzit, mit gleichem Fallen. Wohl eine halbe Stunde bleibt die Strasse in diesem, allerdings oft durch Vegetation bedeckten Gestein, dann scheint eine bis zu dem wohl 250 m. unter der Strasse strömenden Thalwasser abgestürzte Felsschlucht, tief zur Rechten in's Gebirge eingreifend, allen Ausweg abzuschneiden, und wohl hat man in älterer Zeit über das bei 2000 m. hoch liegende Chandolin wegsteigen müssen. Eine in Fels gesprengte Strasse führt jetzt den schroffen Felswänden entlang durch den Hintergrund der Schlucht an die jenseitige Ecke, dann öffnet sich bald eine zweite ähnliche Schlucht, und erst nachdem man auch diese auf ähnlichem Felsweg durchwandert hat, erblickt man das Rhônethal, Siders und einen sicheren Weg

nach der Hauptstrasse. Les Pontis heissen diese zwei Felsschluchten; ihr Gestein ist grauer schuppig körniger Kalkstein, ganz zerspalten, mit unklarer, vorherrschend verticaler Stratification. Er muss wohl unter dem Quarzit liegen, doch wird das Lagerungsverhältniss nicht klar.

In weit mächtigerer Entwicklung zeigen sich aber diese und andere Verrucanogesteine, vorherrschend rothe Schiefer und Conglomerate, am nordöstlichen Ende der Finsteraarhornmasse, in der Gebirgsgruppe zwischen der Linth und dem Rhein, von wo sie seit längerer Zeit als *Sernfschiefer, Sernf-* oder *Melserconglomerate* bekannt geworden sind (Leonh. Zeitschr. 1827; A. Escher, Gem. von Glarus). Der Verrucano erscheint in einem beträchtlichen Theil dieser Gebirge als ihre Grundlage, und an seiner oberen Grenze, wo er vom Kalksteingebirge überlagert wird, tritt eine ähnliche Folge von Zwischengesteinen auf, wie wir sie zwischen dem Gneis und dem Kalkstein wiederfinden werden. Im tief eingeschnittenen, am Wallensee ausmündenden Murgthal bildet Rothes Conglomerat, mit Geschieben von Quarz, schwarzem und rothem Thonschiefer, Kalkstein, Dolomit, Granit, Rothem Porphyr, in einer Mächtigkeit von mehr als 500 m., die unteren Thalwände, in bauchig hervortretenden Buckeln, die man wohl für Granit- oder Porphyrmassen halten könnte. Nach der Höhe zu verlieren sich die Geschiebe, und die Steinart wird zu rauhem Thonschiefer oder Sandsteinschiefer, roth oder auch grün, von gleicher, oder noch grösserer Mächtigkeit als das Conglomerat; denn am Murgsee, 1120 m. über dem Wallensee, ist man noch ganz von diesen rothen Gesteinen umgeben. Auf diesen Verrucanoschiefern liegt, wie sonst auf dem Gneis, gelb bestaubter dolomitischer Kalkstein und Dolomit, auch wohl in Rauchwacke übergehend, dann folgt Quarzit oder Quarzsandstein, zuweilen Talkblättchen einschliessend, kaum verschieden von dem Quarzit von S. Gervais oder des Illgrabens, auch wohl abwechselnd mit rothem Schiefer, über ihm schwarzer Talkschiefer und Eisenrogengestein mit Belemniten, dann, wohl 10 m. mächtig, schwarzer Kalk mit Quarzkörnern und über diesem die grosse Masse des Hochgebirgskalks. In dem ganzen Revier zwischen dem Murgthal, Sernfthal und Weisstan-

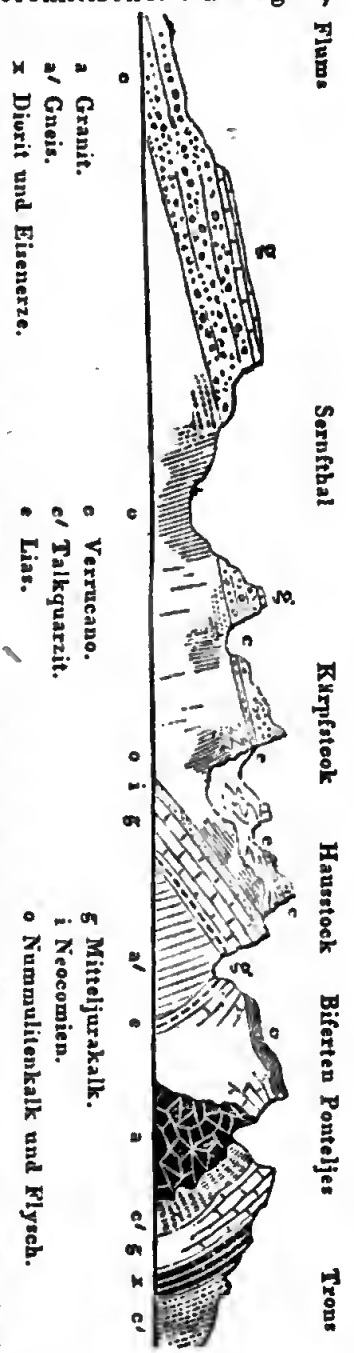
nentbal fehlt jedoch diese obere Decke: der Verrucano bildet, als rother Schiefer oder Conglomerat, allein die obersten Gräte; oder die Decke besteht aus dem, im Verhältniss zur unteren rothen Masse, wenig mächtigen Lager von Dolomit und Quarzit; oder nur der schwarze Kalk mit Quarzkörnern, Belemniten und Eisenoolithen ist diesen Gesteinen aufgesetzt. Die Formationsfolge jedoch erscheint nicht gestört und stimmt überein mit der in der westlichen Schweiz beobachteten.

Die Verhältnisse verwickeln sich aber, wenn man den südlichen Abfall dieser Gruppe gegen das Sernf- oder Kleinthal, die Gruppe des Kärpfstocks und die Hauptkette, über welche die Pässe nach Bünden führen, näher untersucht. Die anstehende Felsart im Thalboden von Engi und Matt ist ein grauer Macigno und der als Dachschiefer bekannte schwarze Glarnerschiefer. Man kann diese mächtig entwickelte, bei Matt steil S fallende Bildung das Kleinthal einwärts, über Elm und den Richetlipass, südlich vom Kärpfstock, nach dem Grossthal und dasselbe auswärts bis gegen Schwanden verfolgen. Die höheren Massen aber des Kärpfstockgebirges bestehn aus Verrucano, rothen Conglomeraten und Schiefern, die an allen Aufrissen und Einschnitten des Gebirges dem schwarzen Schiefer aufgesetzt erscheinen, zwischen Engi und Schwanden aber unmittelbar mit dem Verrucano des Murgthales zusammenhängen. In diesen Lagerungsverhältnissen liegt die früher berührte, bis jetzt nicht gelöste Schwierigkeit. Der Schiefer von Matt nämlich ist, seinen organischen Ueberresten zu Folge, eine der jüngsten alpinischen Bildungen, und wird doch von derselben Verrucanomasse bedeckt, die gegen den Wallensee zu, am Fusse des Glärnisch und an so vielen anderen Stellen den ältesten Gliedern unserer Kalkalpen zur Grundlage dient. Um dieses Verhältniss durch eine Umstürzung zu erklären, müsste man voraussetzen, dass der ganze südliche Theil des Kantons, eine Gegend von wenigstens 16 schweiz. Quadratmeilen Oberfläche, sich in verkehrter Auflagerung befinde und würde selbst hiemit nicht ausreichen. Einfacher scheint die Annahme, dass die Conglomerate des Verrucano von unten her, unter Begleitung

tief eingreifender metamorphischer Processe, in die Höhe gedrungen seien und die sedimentäre Decke, theils gehoben und auf die Seite geworfen, theils überdeckt haben. Für eine Abstammung aus der Tiefe zeugen die vielen, der Gegend ganz fremden Geschiebe von Granit und Porphyr, die man in dem Verrucano des Murgthales findet, es spricht dafür das locale Auftreten dieser Conglomerate in colossalen Massen, die Aehnlichkeit ihrer Felsgestalten mit denjenigen eruptiver Gesteine, der Mangel deutlicher Stratification. Während dieses Aushruchs, der aus einer vom Kärpfstock nach dem Murgthal gezogenen Spalte scheint statt gefunden zu haben, mögen eisenhaltende Suhlimationen die angrenzenden Schiefer gehärtet und gefärht, es mögen andere Umwandlungen die aufliegenden Quarzite und Dolomite erzeugt haben. Am Risetenpass, zwischen Matt und Seez, sieht man die schwarzen Schiefer ohne Trennung durch allmälige Nüancen in bunte, hochrothe Schiefer übergehn, an anderen Stellen geht gewöhnlicher schwarzer Kalkstein über in strohgelben Dolomit und in Rauchwacke. Die merkwürdigsten Metamorphosen haben im Gipfel des Kärpfstocks statt gefunden; die bunten Schiefer zeigen auffallend krystallinische Entwicklung, wie Thonschiefer oder Gneis, es ist Feldspath, Epidot, Granat ausgeschieden, in einzelnen Felsen tritt ein wahrer Mandelstein hervor, eine violete, mit dichtem Epidot verwachsene Grundmasse mit länglichten durch Kalkspath oder Quarz ausgefüllten Blasenräumen, ein Gestein, wie es in Verhindung mit Gahbro-rosso in Toscana vorkommt; an anderen Felsen findet ein Uebergang in Porphyr statt. Auch der Gipfel des Hausstocks hesteht aus bunten Talkquarziten und krystallinischen talkreichen Schiefern, auf einer bis in den tiefsten Thalboden fortsetzenden, mehr als tausend Meter mächtigen Unterlage von Nummulitengesteinen und schwarzen Schiefern.

Escher hat den höchsten Gipfel des Kärpfstocks, 2832 m., von Elm aus erstiegen. Vom Thalboden aufwärts herrschen, mit steilem S bis SW Fallen, schwarze, kalkreiche, oder merglichte Schiefer, von Spathadern durchzogen, der eocenen Schieferformation von Matt angehörend. Im Hintergrund der Bischofalp erreicht man die obere

Grenze dieser Schiefer, bezeichnet, wie gewöhnlich in diesen Gebirgen, durch ein horizontales dolomitisches Kalklager, gelb bestaubt, oder mit dunkel rostbrauner Aussenfläche, verwachsen mit glänzendem Schiefer. Ueber demselben liegen, in grosser Mächtigkeit grünlich, oder röthlich weisse Talkquarzite, die nach der Höhe zu mit bunten, vorherrschend rothen Schiefern verwachsen sind. Unter Schneehalden durch in weitem Bogen aufwärts, gelangte E., quer durch den Hintergrund der Erbsalp, meist der Grenze der schwarzen Schiefer und des aufgelagerten Quarzits folgend, nach dem Alpkessel der Frugmatt. Von da aufwärts gegen den Kärpfstock steigt man über Alpweiden und Trümmerhalden von Quarzit, rothem Schiefer und Conglomerat, dann an die Ostseite des Stocks, wo bis nahe an den Fuss des höchsten Gipfels der Quarzit anhält und sich gegen O und N weit ausdehnt. Ueber ihm liegt, bis auf den schwer zu ersteigenden höchsten Gipfel, Rothes Conglomerat, meist grobkörnig, quarzreich, mit unklar schiefriger Structur, in horizontale Bänke abgesondert. Braune Porphyrtrümmer sind, wie im Murgthal, auch im Conglomerat des obersten Kärpfstocks häufig; und öfters, wie auch anderwärts, so innig mit dem Bindmittel verwachsen, dass sie damit nur Eine Masse zu bilden und in dasselbe zu verfliessen scheinen. An mehreren Stellen ist das Conglomerat nach allen Richtungen durchkreuzt von Quarzadern, die oft ein Chalcedon ähnliches Aussehn haben und auch in der Art ihres



Auftretens an die Chalcedonmassen erinnern, welche in der Nähe der Fumarolen von Lipari das dortige Gestein durchziehn. Auch ist das Conglomerat, trotz seiner grossen Festigkeit, bis in's Innerste zerspalten, und nicht alle Klüfte sind mit Quarz ausgefüllt. Gegen N und S ist der höchste Kamm, wie eine Mauer, lothrecht abgestürzt.

Wo man auch in diesen Gegenden eine grössere Höhe ersteige, überall wiederholen sich die nämlichen Verhältnisse: in der Tiefe der schwarze Schiefer und graue Sandstein, zuweilen mit Bänken voll Nummuliten, auf der Höhe Quarzit, bunte, meist rothe Schiefer und rothes Conglomerat, als ob, vor der Zerreissung des Bodens, das ganze südliche Glarus und ein Theil des anstossenden Bündens von einer mächtigen, zusammenhängenden Decke jener räthselhaften Gesteine bedeckt gewesen wäre. Wir finden sie auf vereinzelten Gipfeln, wie auf dem Kärpfstock und Hausstock, den Härtenköpfen und Granen Hörnern; sie verbreiten sich über ausgedehnte Gehänge, wie am Abfall des Gebirges gegen Mels; sie bilden den obersten Kamm der Hauptkette, wie am Vorah, auf Sardonen und am Ringelkopf.

Auf der Nordseite des Vorder-Rheinthales erscheinen diese Quarzite als Fortsetzung der Gneise und Glimmerschiefer der Finsteraarhornmasse und sind kaum gegen sie abzugrenzen. Es sind auch hier, bei Trons, Waltensburg, Ilanz, Trins, weisse, grüne, rothe Talkquarzite, nicht verschieden von denen des Illgrabens oder von S. Gervais; zuweilen zeigt sich auch Feldspath, oder, statt des Talks, Glimmer. Bei Vettis und im Calfeuserthal tritt, als tiefste Grundmasse des Kalkgebirges, ein Gestein hervor, das wohl nur als eine Abänderung der auf der Mittagseite des Gebirges herrschenden Quarzite zu betrachten ist, von wahrem Gneis aber kaum unterschieden werden kann. Dasselbe fällt steil S, scheint aber an der oberen Grenze sich horizontal unter seine Decke umzubiegen. Auf ihm liegt dolomitischer Kalkstein, gemengt mit Talk und mit grünem und rothem Talkschiefer verwachsen, höher folgt schwarzer körniger Kalkstein und schiefriger Eisenoolith und über diesen die grosse Masse des Kalkgebirges. In der-

selben Gesteinsfolge hunter Talkschiefer und dolomitischer, gelh hestaubter, im Inneren weisser Kalksteine ist früher, oherhalh Reichenau, auf der Goldenen Sonne, Bergbau auf Gold getriehen worden. In den dunkelgrünen, mit Talk verwachsenen Kalkschiefern der Gruhen, der Schichtenfolge des oolitischen Eisensteins angehörend und selbst auch kleine Oktaeder von Magneteisen und Schwefelkies enthaltend, findet man zahlreiche *Belemniten* und gefaltete *Austern*. Es scheinen diese hunten Gesteine hier ursprünglich dem alpinischen Jura *(Kelloway-rock)*, auf der Höhe des Gebirges dem Nummulitenkalk und Flysch angehört zu hahen.

Wenn die mächtige Entwicklung der Verrucanogesteine in den Glarnergebirgen uns für eine grossartige Wirkung suhterraner Thätigkeiten zu zeugen scheint, so stehn dieser Ansicht auch andere Erscheinungen zur Seite. Schon in älterer Zeit hat C. Escher aufmerksam gemacht auf den kreisförmigen Wall von Kalkgehirgen, der in dem Mürtschenstock, den Kuhfirsten, dem Balfries, Falknis, Calanda, wie ein colossaler Kraterrand, sich um den Bezirk der rotheu Conglomerate und Schiefer herumhiegt, mit stets von demselhen ahfallender Schichtung und schroffem, oft mehr als tausend Meter hohem Absturz gegen das Innere. Das Auffallende dieser Configuration tritt noch stärker hervor, wenn man die spätere Thalausfüllung des Rheinthals und Sarganserhodens durch alpinen Stromschutt sich wegdenkt und so das ursprüngliche Ringthal his auf den Grnnd des Wallenstadter See's wieder herstellt. Unerwartet tritt der Verrucano, als rothes Conglomerat und Quarzit, ausserhalh des Walles der Kalkgebirge hervor, hei Triesen, südlich von Vaduz; es ist aher auch der Wall hier gesprengt, in einer weit klaffenden Spalte, die sich rückwärts in das Weistannenthal fortsetzt, und man darf es kaum als Zufall betrachten, dass die Verlängerung dieser Richtung zusammenfällt mit der Axe der centralen Gneismasse des Finsteraarhorns, den Tödi trifft, den Galenstock, und das Bietschhorn, und die Quarzite des Illgrabens mit dem Verrucano von Triesen verbindet.

3. Quarzite der nördlichen Zwischenbildungen.

Auf der Grenze des Gneises und des Kalkgebirges der nördlichen Nebenzone findet sich eine, im Verhältniss zu jenen Gesteinen wenig mächtige, aber mannigfaltige Folge von Steinarten, die heinah mit gleichem Recht der Mittelzone und ihrer Nebenzone zugetheilt werden können und aus diesem Grunde unter der Benennung der *Zwischenbildungen* zusammengefasst worden sind. Wir haben diese Bildungen schon an den Rousses, als dolomitischen Kalkstein und Rauchwacke, kennen gelernt. Die Fig. S. 175 und S. 358 stellen, im Verhältniss zum Buet jedoch in viel zu grosser Mächtigkeit, diejenigen dar, welche die NW Grenze der Aiguilles Rouges begleiten. In der Figur S. 178 sind dic Zwischenbildungen angedeutet, die in der Grundlage der Jungfrau vorkommen.

Nehst dem selten fehlenden dolomitischen Kalkstein, treten Quarzite, oder Verrucanogesteine, meist in Verhindung mit rothem und grünem Thonschiefer, in dieser Reihe von Gesteinen hesonders häufig auf. So haben wir es hereits am Monte Pisano S. 29, so in den Apuanischen Alpen S. 31, so am Capo Corvo S. 25, so in den Ligurischen Alpen S. 38 gefunden. Die grossen Massen von Verrucano und Conglomerat, die am Ende der äusseren Centralmassen hervordringen, hätten auch mit diesen Zwischenhildungen vereinigt werden können; die Quarzite, hunten Schiefer und gelh bestaubten Kalksteine sind beiden Gesteinsgruppen gemein. Es hieten aber doch jene Endungsgesteine zu viele Eigenthümlichkeiten dar, als dass es zweckmässig gewesen wäre, ihre Darstellung mit der weit einfacheren der Zwischenbildungen zu vereinigen; auch ist ihre Mächtigkeit unverhältnissmässig grösser, und ihre vorherrschende Steinart, das rothe Conglomerat, ist in jenen nur sehr unvollkommen und heschränkt vertreten.

Die merkwürdige Gesteinsfolge, die wir in der Grundlage des Buet kennen gelernt hahen, erscheint auf dem linken Ufer der Rhône nicht wieder; der schwarze Kalk liegt am Tobel von S. Barthélemy, unmittelbar auf dem

Gneis. Aber auf dem rechten Ufer zeigen sie sich von neuem, obgleich weniger entwickelt. Im Ansteigen von Lavey nach Morcles durchschneidet man, zwischen dem Gneis und Kalk, eine wenige Meter mächtige Masse von talkigem Quarzsandstein, grünlich und röthlich weiss, gleich dem Verrucano von S. Gervais. Die Kalkschichten über demselben sind, wie schon bei Lavey, vielfach gewunden und der sonst schwarze Kalkstein ist röthlich weiss, durchscheinend und unter dem Hammer klingend geworden. Ausserhalb Morcles erscheint in der Grundlage des Kalks auch Rauchwacke.

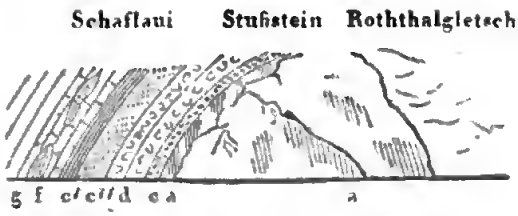
Am Nordrande der Finsteraarhornmasse treffen wir vorerst auf die Steinart des Torrenthorn's oder Mainghorn's, östlich vom Leukerbad, berühmt durch die ausgedehnte Ansicht des südlichen Hochgebirges. In den Felsstöcken, welche, vom Torrenthorn auslaufend, die Bachalp vom Lötschthale scheiden, bilden grüne Talkschiefer die obersten Straten des Gneisgebirges; dieselben werden, mit Unterbrechung, bedeckt von gelblichem dichtem dolomitischem Kalk und von Rauchwacke; auf diese folgen Lager von schwarzem körnigem Kalkstein, mit vielen *Belemniten*, nach der Höhe zu sandig und übergehend in einen kalkführenden, oft aber auch ganz reinen Quarzsandstein und Quarzit, der die Hauptmasse des Torrenthorn's und anderer Gipfel in seiner Nähe bildet. Das Gebirge ist gegen die Bachalp in hohen, wild zerrissenen Felsen von braunrother Farbe, die wohl an Porphyrgebirge erinnern könnten, steil abgestürzt. Wir dürfen diesen, wenigstens 500 m. mächtigen Quarzsandstein wohl nicht dem Conglomerat von Valorsine, oder dem Quarzit der Morclesstrasse parallel setzen. Eher möchte sich sein Aequivalent in dem schwarzen Kalkstein finden, der an der Frête de Moïde auf der Rauchwacke liegt und eine Menge von Quarzkörnern enthält. Die grosse Mächtigkeit, zu welcher diese Steinart hier anschwillt, und das Uebergehen in Quarzit sind allerdings auffallend, es zeigen aber auch andere Glieder dieser Zwischenbildungen ähnliche locale Anomalien.

Die Gesteinsfolge auf Bachalp bleibt die Regel längs dem ganzen Nordrande der Finsteraarhornmasse; bald fallen

einzelne Glieder der Reihe aus, bald treten neue hinzu; der dolomitische Kalk aber ist das unterste Glied, der Quarzit folgt erst später. Es stimmt jener überein mit der Schale von dolomitischem Kalk, die in den Rousses den Gneis bekleidet, dieser mit dem Quarzit, der in Oisans den Granit vom Kalk scheidet.

Der alte Weg über den Lötschengletscher, von Wallis nach Gasteren, der vor der Sprengung der Gemmistrasse häufig benutzt wurde, folgt beinah von einem Thale zum anderen diesen Grenzgesteinen zwischen Gneis und Kalk. Man steigt von Ferden im Lötschthale über Weidgehänge aufwärts, durch Kumialp und Stierstutz, nach der Höhe des wenig breiten und gefahrlosen Jochgletschers; bald über Gneis, bald über Glieder der Zwischenreihe, indem von Ost her grosse Zacken des Gneisgebirges tief in das Kalkgebirge des Balmhorns eingreifen. Auf einem grünen Thon- oder Talkschiefer, der, als nach Süd fallend, noch dem Gneisgebirge angehört, liegt, wie angeschmolzen, dolomitischer Kalk, an der Aussenfläche gelb bestaubt, im Inneren blau, mit Drusen von Bergkrystall. Auf den Kalk folgt ein mit grünem Talk gemengter, schiefriger Quarzfels, zum Theil wahrem Talkschiefer genähert, zum Theil auch als Quarzit granitähnlich in Blöcke zerspalten, die durch Verwitterung von Kiesen oft mit einer braunrothen Kruste überzogen sind. Dann folgt durchschimmernder, blau und weiss geflammter Kalk oder weisser Marmor, und an diesen schliesst sich unmittelbar der graue und schwarze Kalk des Balmhorn's und der Altels an.

Wenn man, gegenüber Steinhergalp, über die kleine, jäh abfallende Stufisteinalp nach dem vergletscherten Roththale ansteigt (Fig. S. 178), sieht man zur Linken durch den Schaflauibach die ganze Folge der Zwischenbildungen entblösst, und höher, nach dem Roththale zu, durchschneidet man alle Glieder derselben. Auf dem Gneis liegt 3 m. mächtig eine grobkörnige Arkose aus stark glänzenden Quarzkörnern, weissen, grünen, rothen Feldspathkörnern und specksteinartigem Talk fest verwachsen. Die äussere Oberfläche sieht derjenigen des Gneises so gleich, dass nur das Anschlagen die Steinart erkennen lässt. Ein



a Gneis.
c Arkose.
c' Rothe u. grüne Schiefer und Eisenoolith.
c'' Quarzit.
d Dolomitischer Kalk.
f Schwarzer Kalk mit Eisenoolith.
g Hochgebirgskalk.

ähnlicher Sandstein kommt in gleicher Lage in Oisans, oberhalb Villard d'Areine, vor, und man darf ihn vielleicht als Aequivalent des Verrucano von Valorsine und Servoz erkennen. Höher folgt, 20 m. mächtig, der dolomitische Kalk und auf diesen gelb gefleckter, grauer Quarzit, gleich demjenigen, der an den Frêtes de Moïde den Anthracitschiefer bedeckt. Mit diesem Quarzit mengen sich nach oben rothe Thonsteine und Thonschiefer, die auch wohl für sich grössere Mächtigkeit gewinnen. Eine zuweilen auch fehlende Lage von dolomitischem Kalk und Rauchwacke trennt diese bunten Gesteine von einer gegen 10 m. mächtigen Lagerfolge von schwarzem körnigem Kalk mit eingesprengten Quarzkörnern, worin häufig Belemniten und Encriniten vorkommen, der also wohl dem Kalk und Quarzit des Torrenthorns parallel gesetzt werden muss. Enge mit diesem Kalk verbindet sich nach oben zu, etwa 2 m. mächtig, Eisenrogenstein, mit häufig eingesprengtem Magneteisen, und dichtes Rotheisen, die in alter Zeit ausgebentet wurden, und auf diesem liegt der gewöhnliche graue Hochgebirgskalk.

Auch in der östlichen Fortsetzung dieser Zwischengesteine, in Grindelwald, Urbach und Grund, gelangt der Quarzit nirgends zu grösserer Mächtigkeit. Am schroffen Abfall der Gadmenflühe verändern sich zum Theil die Verhältnisse. Steigt man vom Thalboden von Gadmen an der nördlichen Thalwand aufwärts, so gelangt man, in bereits beträchtlicher Höhe, an die obere Grenze des granitartigen Gneises und findet unmittelbar über demselben, wie gewöhnlich, mattgelben dolomitischen Kalk, über diesem kirschrothen gandigen Schiefer und Sandstein, und nun wieder

kleinkörnigen granitischen Gneis, heinah ausschliesslich aus krystallinischem weissem Feldspath und dunkelgrünem talkähnlichem Glimmer hestehend, wohl hei 30 m. mächtig. Oh dieser obere Gneis ein keilförmig eingedrungener Zweig der allgemeinen Gneismasse, oder ob der sonst in dieser Stellung vorkommende Quarzit hier in ein Feldspathgestein übergegangen sei, wird nicht klar, doch ist wohl die erste Annahme wahrscheinlicher. Ueher diesem Gneis liegt, wie über dem tieferen, dolomitischer mattgelber und grauer Kalkstein, hei 20 m. mächtig, und über diesem, hei 25 m. mächtig, rother Schiefer und Sandstein, verhunden mit einem eigenthümlichen rothen Conglomerat, von welchem häufig sich erratische Blöcke in den Umgehungen von Bern finden. Die meist flach linsenförmigen Geschiebe hestehn ausschliesslich aus kirschrother Thonschiefermasse, das fest damit verwachsene Cement ist rother sandiger Thonschiefer von dunklerer Farhe, die kleineren Geschiehe sind his in den Kern, die grösseren nur am Rande gebleicht. Untergeordnete Massen dieses Conglomerates sind grün, oder rothe und grüne sind streifweise mit einander verwachsen. In Folge der gleichen Festigkeit seiner Bestandtheile gibt das Gestein im Anschlagen einen gleichförmig flachen Bruch und unterscheidet sich auch hierin von den meist sehr uneben hrechenden, quarzreichen Conglomeraten des gewöhnlichen Verrucano. Die Decke des Conglomerates hildet eine stark verwachsene dolomitische Breccie von nicht grosser Mächtigkeit, nach der Höhe zu übergehend in schwarzen körnigen Kalkstein, der mit Eisenrogenstein und schwarzem Thonschiefer wechselt und Belemniten einschliesst. Es folgen dann noch schwarze rauhe Thonschiefer mit Glimmerblättchen, die dem Anthracitschiefer täuschend ähnlich sehn, auch festere grüne Wetzschiefer, und über diesen erhebt sich die hohe Felswand des Hochgehirgskalk oder alpinischen Jura.

Im Reussthale hat Lusser auf der Grenze der Gneis- und Kalkgehirge die gewohnte Folge von Zwischenhildungen entwickelt gefunden: auf dem Gneis oder Granit dolomitischen Kalkstein mit strohgelher matter Aussenfläche, dann schwarze, glimmerige Thonschiefer mit Nieren von Eisenerzen und Eisen-

oolith, zuweilen verdrängt oder überlagert durch rothen und grünen, rauhen, sandigen Thonschiefer, auf diesem schwarzen körnigen, Belemniten und Ammoniten einschliessenden Kalkstein, mit Nieren von Kieselschiefer, zuweilen auch, durch zunehmende Einmengung von Quarz, Talk und Feldspath übergehend in Quarzit; auf diesem Kalkstein den Hochgebirgskalk; die ganze Folge der Zwischenbildungen 100 bis 150 m. mächtig.

Dieselben Gesteine sind am östlichen Ende der Finsteraarhornmasse entwickelt. Die Talkschiefer des Bifertengrates am Tödi, welche den Anthracit führenden schwarzen Sandsteinschiefern zur Grundlage und Einhüllung dienen, sind von den Verrucanoschiefern, oder mit Talk gemengten körnigen Quarzitschiefern der Westalpen oft nicht zu unterscheiden. Zugleich mit den Anthracitschiefern verlieren sie sich, nach Escher, unter dolomitischen Kalkstein von gelblich staubiger Oberfläche; auf diesem liegen schwarzgraue Schiefer und schwarze körnige Kalksteine mit Quarzkörnern, durch Zunahme derselben übergehend in Sandstein, und noch höher folgt der Hochgebirgskalk. Der obere, dem dolomitischen Kalk aufliegende Verrucano scheint, wie im Reussthale, zu fehlen. Dagegen entwickelt sich auch hier, besonders in den Schiefern über dem dolomitischen Kalk, zuweilen auch in diesem selbst, oder im oberen körnigen Kalkstein, ein oft beträchtlicher Eisengehalt, in starker Beimengung von oolithischen Eisenkörnchen; auch zeigen sich kleine Oktaeder von Magneteisen, eingesprengt oder auf Kluftflächen.

Die nördlich fallende, gegen das Kerstelenthal schroff abgestürzte Kalkkette der Windgelle und der Clariden bricht an der Sandalp, am Ursprung der Linth, ab, und ein nach Süden verworfenes Stück derselben umgibt das Nordende des Gneisgebirges, wie ein vulcanisches Ringgebirge den inneren Trachytkegel. Dafür tritt nun rückwärts, am Fuss der zweiten Kalkkette des Scheyenstocks, Rieseltstocks und Glärnisch, ein Gestein auf, das nach allen Charakteren als Verrucano erkannt werden muss und in seinem nordöstlichen Fortstreichen auch von anderen, den Zwischenbildungen eigenthümlichen Steinarten begleitet wird. Eine erste Spur dieser abnormen Gesteine

möchte man geneigt sein, bereits auf dem Jochpasse, zwischen Engelberg und Hasli zu erkennen, wo rothe und grüne Thonschiefer die Kalkkette der Gadmenflühe und des Titlis bedecken und unter die wunderbar gequälte nördliche Kalkkette des Grauhorns einfallen. Oder, noch weiter westlich, auf den Gebirgen, welche den Hintergrund von Lauterbrunnen einschliessen, und in den Umgebungen von Kandersteg (Westl. Alpen pag. 65). Es entfernen sich die an diesen Stellen hervortretenden bunten Steinarten allerdings wenig von den gewöhnlichen Verrucanoschiefern. Ganz übereinstimmend mit denselben sind aber die rothen und grünen talkigen Thonschiefer und Talkquarzite, deren Trümmer von Linththal her über die ganze Ostseite des Klausenpasses zerstreut sind und deutlich von einer schmalen Zwischenlage dieser Gesteine herstammen, die, in Verbindung mit dolomitischem Kalkstein und Rauchwacke, die nördliche Kalkkette unterteuft.

4. Rothe Sandsteine und Verrucano des Ostrandes.

Am inneren Rande des grossen Ringes von Kalkgebirgen, der die östlichen Centralmassen des Selvretta und der Oetzthaler-Ferner umzieht, gehen hierher gehörende Gesteine fast ohne Unterbrechung zu Tage. Wir finden sie im Vorarlberg, in Davos, bei Bergün, in Engadin, im Münsterthale. Es sind vorherrschend rothe Sandsteine oder sandige Thonschiefer, wie sie auch im unteren Innthale und bei Werfen in Salzburg vorkommen. Andere Glieder der Zwischenbildungen kommen selten vor; es folgt auf den Gneis der Rothe Sandstein, auf diesen die Hauptmasse des Kalks. Nur dolomitischer Kalk, Rauchwacke und Gyps begleiten zuweilen den Sandstein, wie etwa in anderen Gebirgen den Bunten Sandstein oder Keuper. Ausnahmen von diesen einfachen Verhältnissen finden wir in Vorarlberg, in Davos und im Münstertbale.

Man kann nicht anstehn, in den rothen Sandsteinschiefern und Conglomeraten mit Quarz und Porphyrgeschieben,

die Escher im Rellsthal an der NW Grenze der Selvretta-Gneismasse gesehn hat, (Leonh. Jahrb. 1846), den Verrucano von Glarus wiederzuerkennen. Mandelsteine, wie am Kärpfstock, stehn damit in Verbindung, zugleich aber die so oft erwähnten talkreichen Quarzite, Rauchwacke und Gyps. Nach Osten hin findet man diese Gesteine meist nur als rothe Sandsteine und Conglomerate, auf der Nordseite des Klosterthals, bei Dalaas und Danöfen, in der Grundlage des Kalkgebirges, und jenseits dem Arlberg haben wir sie bereits in derselben Stellung bei S. Anton und Petneu kennen gelernt.

In öfters unterbrochenen, niemals zu grösserer Mächtigkeit anwachsenden Massen folgt der rothe Sandstein der Gneisgrenze längs dem Nordabfall des Rhätikon und das Schlapinerthal auswärts in's hintere Prättigau nach Klosters. Steigt man dann von da nach Davos, in das rauhe Hochthal des Landwassers, so verwickeln sich die Verhältnisse, wie gewöhnlich am Auskeilen der Gneismassen. (Fig. S. 270.) Es tritt zwar in der Regel auch hier der rothe Sandstein auf der Grenze von Gneis und Kalkstein auf, nicht selten aber ist das rothe Gestein eingeklemmt zwischen eine obere und untere Kalkmasse, wie am Sandhubel, oder in verkehrter Lagerung, wie bei Jennisberg, der Kalk unten, der Gneis oder Glimmerschiefer oben; oder verticaler Gneis steht in der Mitte eines Fächers, zu beiden Seiten von Sandstein und weiter auswärts von Dolomit oder Kalk begleitet, wie am Ausgang von V. Tuors. In den vielfach zerrissenen Gebirgen erscheinen auch nicht selten vereinzelte Partie'n unserer Steinart, von der Hauptmasse stundenweit verworfen, eingeklemmt zwischen Dolomit oder anderen Gesteinen. Die Mächtigkeit ist sehr veränderlich und wächst zuweilen an bis zur Bildung selbständiger Ketten. Die Steinart ist vorherrschend rother, auch wohl grüner schiefriger Sandstein; bald äusserst feinkörnig und zu einem homogen scheinenden dichten schiefrigen Gestein verwachsen, rothem oder grünem Porphyrschiefer ähnlich, oder auch in Talkschiefer übergehend; bald ein klein- bis grobkörniges rothes Conglomerat von weissem Milchquarz durch kirschrothen Thon verkittet, aber so fest verwachsen, dass de

Stein flach muschlich spaltet und firnisglänzend, wie gefrittet, erscheint.

Unter diesen Abänderungen müssen die Gesteine auf der Höhe des Kummerberges und Sandhubels, auf der rechten Seite des Davoser Landwassers, besonders hervorgehoben werden. „Wenn man, von Erosa herkommend, auf der Höhe des tief eingeschnittenen Joches der Mayenfelder-Furke, aus der Dolomitkette heraustritt, so befindet man sich auf einer meist mit Felsschutt bedeckten, nur schwach gegen das Landwasser abfallenden Alpfläche, die zur Rechten von lothrecht abfallenden Kalkwänden, zur Linken von einer Reihe pyramidaler Felsen begrenzt wird. Von den letzteren vorzüglich stammen die vielen Blöcke her, welche diese oberste Stufe des Kummerberges verwüstet haben. Die Trümmerhalden steigen gegen zerrissene, nackte Felsgipfel auf, die sich aus einer ebenfalls schroffen, aber in leichteren Schutt zerfallenden Masse erheben, und die ungewöhnlichen Formen dieser Gipfel, so wie die Farbe der angrenzenden Felsen lassen ganz andere Steinarten vermuthen, als den sonst allgemein verbreiteten Glimmerschiefer des Strelapasses. Nur plutonische Bildungen durchbrechen auf gleiche Art das Sedimentgebirge, nur Porphyre und analoge Gesteine sind von so hochgerötheten Massen umschlossen.“

„Es ist wirklich *Porphyr*, der diese Felspyramiden bildet. Auf drei Linien, parallel dem Dolomitgebirge, steigt er aus dem Abhang empor, und zwischen ihm und dem Dolomit, zwischen den Porphyrreihen selbst und über den ganzen vorderen Abfall gegen das Hauptthal finden wir *Rothen Sandstein* verbreitet. Blassgrüner dichter Feldspath mit unebenem Bruch bildet die Hauptmasse des Porphyrs. Feldspathkrystalle sind nicht ausgesondert, dafür aber dichte Theile von verschiedenen Nuancen, so in einander verwachsen, dass man Handstücke mit mechanischen Gemengen verwechseln könnte. Dunkel grünlich grauer Glimmer ist, theils unklar begrenzt, theils in sechsseitigen Blättchen auskrystallisirt; dann, ebenfalls in sehr kleinen Theilen verwachsen, oder in feinen Adern, röthlich gelber, stark brausender Bitterspath; als Hauptgemengtheil endlich, stark glasglänzender Quarz, theils in Körnern, theils deutlich hexagonal.

Der rothe, fleckweise auch grüne Sandstein enthält eckigte und runde Quarzkörner, verkittet durch kirschrothen Thon. Feinkörnige Abänderungen sind schiefrig und gehen über in rothe und grüne Talkschiefer, oder in dichtem Feldspath ähnliche Massen. Streifweise erscheinen auch Conglomerate mit Geschieben von Quarz, Hornstein, Glimmerschiefer, Gneis. — Dieser Sandstein ist den östlich fallenden Dolomitschichten des höchsten Kammes aufgelagert, richtet sich dann mehr und mehr auf, scheint aber doch noch sehr steil gegen die oberste Porphyrkuppe, einzuschiessen. Zwischen dem Porphyr stehen die Sandsteinlager vertical, zeigen aber stets Neigung in der Nähe desselben gegen ihn einzufallen.“ (Schw. Denksch. I.)

An dem hohen, einen weiten Umkreis von Gebirgsland beherrschenden Sandhubel, 2766 m., treten deutliche Felsen von Porphyr nicht hervor, es scheint rother Sandstein ausschliesslich die gerundete, von Vegetation entblösste Kuppe zu bilden. Aber in solcher Glockenform ist man doch nicht gewohnt, gewöhnlichen Sandstein zu sehn, und eine nähere Prüfung vermehrt die Zweifel. Kleine schiefrige Trümmer bedecken den Gipfel und alle Abhänge. Meist sind es schiefrige Aggregate blassgrüner, oder rother talkähnlich schimmernder Blättchen, welche zahlreiche, krystallinische Körner von glasigem Quarz umhüllen. Von dem Talkquarzit unterscheidet sich das Gestein durch das starke Vorherrschen des Cements, und dieses Cement ist nicht Talk, obgleich es mit Talk innig verwachsen sein mag, denn es schmilzt ziemlich leicht zu weissem Glase. Eher möchte man an Feldspath denken und das Gestein Porphyrschiefer heissen. Auch die rothen, dichtem Feldspath ähnlichen Abänderungen, mit eingesprengten Körnern und Krystallen von Quarz fehlen nicht. Allein in nicht geringer Menge erscheinen auch wieder schiefrige Stücke, die man durchaus für Sandsteinschiefer und sandige Thonschiefer anerkennen muss, und, wie auf dem Kummerberg, sind die chemischen und mechanischen Steinarten durch so allmählige Uebergänge verbunden, dass keine scharfe Trennung möglich ist. Der Porphyr zeigt sich, wie auch am Kärpfstock, nur als eine höhere Entwicklungsstufe des umgewan-

delten Sandsteins, und nicht als eine selbständige Masse, durch welche die Umwandlung hervorgebracht worden sein könnte.

Man findet diese auffallenden Gesteine auch in der verwickelten Gebirgsgruppe, welche den Julierpass und S. Moriz vom Beversthal scheidet, im Hintergrund der Suvretta- und Saluverthäler. Eine grüne, specksteinähnliche, aber zu schwarzem Glase schmelzende Grundmasse, unvollkommen schiefrig, umschliesst Körner von weissem Quarz, einzelne Feldspathblättchen und viele Körner von rothem Jaspis. Durch Zunahme der Quarz- und Jaspiskörner geht die Masse in einen groben Sandstein über. Andere Abänderungen stimmen mit den gneisähnlichen Schiefern des Kärpfstocks, noch andere mit den grünen Schiefern des Sandhubels überein. Im Hintergrund von Suvretta verbindet sich mit diesen Steinarten ein sehr merkwürdiges Conglomerat. Runde nnd eckige Trümmer, von Nuss- bis Kopfgrösse, von grauem Kalk, dolomitischem Kalk, Dolomit, Glimmerschiefer, Quarzit, nicht aber von Juliergranit, noch von Serpentin, obgleich diese Gesteine so mächtig in der Nähe auftreten, sind fest verkittet und verwachsen mit grauem Glimmer. Der Kalk ist vorherrschend, und der Glimmer ist zuweilen fast von ihm verdrängt. Hierdurch unterscheidet sich das Gestein von dem Conglomerat von Valorsine, mit dem es sonst wohl verglichen werden kann.

Im Hintergrund von Scarl und am Abfall der Taufers- und Lüpässe nach dem Münsterthal sind diese Verrucanogesteine mächtig entwickelt (Fig. S. 273).

Die Gesteinsfolge ist die normale: auf dem Gneis liegt der Verrucano, auf diesem Dolomit, Rauchwacke und spröder, vielfach zerspaltener Kalkstein. Der Verrucano ist vorherrschend ein grüner oder rother talkiger Sandsteinschiefer, oder sandiger Talkschiefer, öfters Trümmer von schwarzem Schiefer einschliessend, auch wohl mit Streifen von grobkörnigem Sandstein oder Conglomerat verwachsen, von dem Gestein der Saluverberge, oder des Sandhubels, oder des Vorderrheinthales nicht verschieden. In grosser Ausdehnung ist, im Hintergrund des Münsterthales und in den Umgebungen von Forno, der Verrucano von seiner dolomi-

tischen Decke entblösst und bildet für sich Gebirgsrücken. Nicht selten auch sind vereinzelte Partie'n durch den Gneis und Glimmerschiefer von der Hauptmasse abgerissen und isolirt worden. Unter ähnlichen Verhältnissen zeigt sich die Formation an den oberen Zuflüssen der Etsch, bei Mals und Glurns, und wir haben früher gesehn, dass wahrscheinlich ein grosser Theil der Gebirgsgruppe, welche das Stilfserjoch übersteigt, mit denselben vereinigt werden muss.

5. Verrucano und Rothe Sandsteine des Südrandes.

Es bietet sich von selbst dar, die mächtigen Gebirge von Rothem Conglomerat und Verrucano, welche das Veltlin von der südlichen Nebenzone trennen, mit den Glarnerconglomeraten zu vergleichen. Die Steinarten sind meist dieselben, und, wie am Kärpfstock, stehn sie auch in der südlichen Gruppe in engem Zusammenhang mit Mandelstein, Porphyr und gneisartigen Schiefern. An Höhe steht das Bergamaskergebirge den Gipfeln des schweizerischen Verrucano ziemlich gleich, aber seine massige Erhebung ist doch im Ganzen weit beträchtlicher. Nur auf meist schlimmen Pässen, über Schnee und Gletscher, steigt man vom Veltlin an die Quellen des Brembo und Serio, und die hohen Gipfel des Pizzo del Diavolo, 2920 m., und M. Redorta, 3045 m., ragen nur wenig über den Kamm der Wasserscheide empor, die sich von Val Camonica bis an den Comersee erstreckt. Ob diese Conglomerate in einer näheren Beziehung zu den Granitgebirgen des M. Adamello und M. del Castello stehn, ähnlich derjenigen zwischen den nördlichen Centralmassen und ihren Endungsgesteinen, wollen wir nicht entscheiden. Man möchte es glauben, da auch auf der Mittagseite jener Granite, in V. Trompia und oberhalb dem L. d'Idro, mitten zwischen den Kalkgebirgen der südlichen Nebenzone, dieselben Conglomerate und Quarzite, mit Porphyren verbunden, in bedeutenden Massen auftreten.

Wir haben das Rothe Conglomerat, mit seinen Dioriten

und Mandelsteinen, seinen Massen von Spatheisen und dem aufgelagerten, oder auch damit abwechselnden *Servino*, bereits in V. di Scalve (S. 354) und am Passo di Cocco (S. 349) kennen gelernt. Im Quellbezirke des Brembo sind wir, nach Uebersteigung der Pässe von Venina und S. Marco (S. 352), an seiner oberen Grenze stehn geblieben.

In dem westlichsten V. Brembana ist von Corona auswärts das Thal auf beiden Seiten von Conglomeratgebirgen eingeschlossen, deren nur theilweise bewachsene Felswände und nackte Gräte keine deutliche Schichtung oder Ablosung wahrnehmen lassen. Die Trümmerhalden, die den Fuss bedecken, bestehn aus rothem und grünem Conglomerat und Thonschiefer, enthalten aber auch die dunkelgrauen und grünen Feldspathschiefer und schiefrigen Dioritporphyre, die auf der Nordseite des Gebirges, bei Ambria, vorkommen. Unter den letzten Häusern von Corona ist der Schiefer anstehend, vertical mit OW Streichen, und weiterhin zeigt auch das Conglomerat steiles Fallen nach N. Eine hohe Thalstufe führt abwärts nach Branzi, von wo an eine gute Fahrstrasse in dem beinah horizontalen, einem Strombett ähnlich sich fortwindenden Thale weiter führt. Ausserhalb Branzi sind grüne und violete dichte Gesteine entblösst, die Ablosungen mit Mangan überzogen, vor dem Löthrohr zu weissem Email schmelzend, im Zusammenhang vielleicht mit den Feldspathporphyren von Mezzoldo. Weiterhin enthalten die Mauern an der Strasse viele Trümmer von Dioritmandelstein, der in der Nähe, wahrscheinlich auf der rechten Thalseite, anstehn muss. Bei Fondra folgt weisser, grüner, brauner talkreicher Quarzit, mit Talkschiefer abwechselnd, wie die bisherigen Gesteine steil N fallend, und nicht trennbar von dem Verrucano, der auch bald wieder als Rothes Conglomerat und rother rauher Schiefer, wie früher, auftritt und bis in die Nähe von Lenna, wo die beiden Brembothäler zusammenstossen, anhält. Bei Majo bereits ist aber dem Verrucano ein, in zum Theil mächtige Bänke abgesonderter Dolomit abweichend aufgesetzt, horizontal oder schwach nach W fallend, dann folgt auch, in gleicher Lagerung, schwarzer Kalkstein, mit Spu-

ren von Encriniten, und bald verschwindet der Verrucano ganz und nur Kalkstein- oder Dolomitgebirge ragen auf beiden Seiten des Brembo aus der mächtigen Thalausfüllung jüngerer Kalk- und Dolomitconglomerate heraus, die ihren Fuss bekleiden.

Der Verrucano, den man, von S. Marco nach V. Brembana abwärts steigend, am Ende des Alpbodens All' Acqua erreicht (S. 353), ist ein grüner, talkreicher Quarzsandstein, verwachsen mit rothem, quarzreichem Conglomerat, welches Trümmer von rothem und violetem Feldsteinporphyr enthält, und offenbar auch in denselben Porphyr, der in beträchtlichen Felsen hervortritt, übergeht. Mit etwa 30° N fallend, folgt unter diesem Porphyr und Conglomerat, Glimmerschiefer, während des steileren Abfalls der Strasse anhaltend, bis in die Nähe von Mezzoldo, wo rother, sandiger Thonschiefer, der gewöhnliche Begleiter des Conglomerates erscheint, bald aber wieder durch Porphyrfelsen verdrängt wird. Es ist ein beinah Trachyt ähnliches Gestein, eine Grundmasse von durchscheinendem grauem, grünem, rothem dichtem Feldspath mit sehr verwachsenen krystallinischen Feldspaththeilen, ohne Quarz. Man sieht diese Steinart, bei der Brücke unterhalb Mezzoldo, als Grundlage des Dolomits, der, in der Tiefe horizontal geschichtet, in der Höhe nackte und zerrissene Felsstöcke bildend, bald allein herrschend ist und bis unterhalb Olmo und tief nach Valtorta hinein anhält. Im höheren Valtorta besteht nur die südliche Thalwand aus nackten Dolomitwänden, die nördliche aus mächtig entwickeltem rothem Conglomerat.

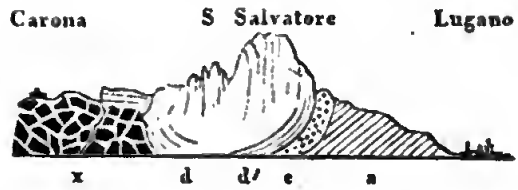
Mannigfaltiger noch gestalten sich die Verhältnisse in V. Sassina und in seinen Nebenthälern, V. Biandino und V. Varrone. Der Porphyr tritt auch hier hervor. Man sieht ihn, gegenüber S. Pietro, in der Mitte ungefähr zwischen Introbbio und Taceno, die Grundlage des rothen Conglomerats bilden, und zwar einen sehr ausgezeichneten, rothen Feldspathporphyr, mit zollgrossen Feldspathkrystallen (Escher). Er hält jedoch wenig an, und gegen Cortabbio hin besteht die tiefere rechte Thalseite aus einem Weissstein ähnlichen, mit Adern von Syenit durchflochtenen Granit, der nach Osten hin sich immer mäch-

tiger entwickelt, die Felsgipfel der Cima di Grella bildet und, ohne fernere Beimengung von Hornblende, als gewöhnlicher weisser Granit, durch das untere V. Biandino fortsetzt. Mit dem Granit steht, in den Umgebungen von Introbbio, Glimmerschiefer in Verbindung, wahrscheinlich die Fortsetzung des bei Mezzoldo auftauchenden Streifens; das Conglomerat aber ist nach beiden Seiten des Granitkammes verworfen, als ob seine Masse durch denselben gesprengt und aus einander gerissen worden wäre. Die massigen Conglomeratfelsen der hinteren V. Biandino zeigen schwaches NW Fallen und stossen beinah horizontal an die Granitstöcke des Grella; auf der Südseite aber des V. Sassina fällt das Conglomerat nach S, unter die angrenzenden Kalk- und Dolomitgebirge. Zunächst über ihm folgen, auf beiden Seiten, mächtige Massen von Rauchwacke; man sieht dieselben, von der Höhe zwischen Introbbio und Valtorta, hinter dem nördlichen Conglomeratgebirge des Pizzo dei 3 Signori aufsteigen, und bei Cortenuova in V. Sassina bilden sie ausgedehnte Felsen auf der Südseite des Thales. Auch in diesen Gebirgen, besonders nach dem Hintergrund von V. Biandino und V. Varrone, sind die Conglomerate reich an Spatheisen. Die Lager sollen, nach Curioni, oft nur 1 Decim., oft aber 3 bis 4 Meter mächtig sein und, wie die sie einschliessenden Conglomeratbänke, vertical stehn.

Nach dem Comersee zu sinkt das Conglomerat, das erst noch in hohen und mächtigen Gebirgsmassen entwickelt war, auf wenig beträchtliche Streifen zusammen. Desto geringere Störung zeigt aber auch die Lagerfolge, und in den Durchschnitten, welche die Hauptstrasse zwischen Bellano und Varenna gewährt, ist dieselbe vom tieferen Gneis bis in den schwarzen Kalk von Varenna deutlich aufgeschlossen und wiederholt beobachtet und beschrieben worden. Der südlich fallende Glimmerschiefer und Gneis, der die Küsten des oberen Comersee's bildet, wird ausserhalb Bellano, mit gleichem Fallen, bedeckt von lange anhaltendem braungeflecktem Quarzsandstein und Quarzconglomerat; dann folgt, etwas beschränkter, wieder Gneis und nun erst tritt das rothe Conglomerat auf, mit eckigten und runden Trümmern von Quarz und in geringerer Menge auch von braunem und

rothem Porphyr, Gneis und Glimmerschiefer. Auf diesem Verrucano liegt, beträchtlich lange anhaltend, ein dunkelgrauer, oder bräunlicher Sandstein, feinkörnig, mit Glimmerblättchen, den man wohl als *Servino* zu betrachten hat, der aber auch dem Anthracitsandstein der Umgebungen des Montblanc täuschend ähnlich sieht; dann folgt blasiger Dolomit oder Rauchwacke, gelblich grau, sandig, mit Einlagerungen von stark verwachsener Quarzbreccie und rothem, sandigem Thonschiefer, und nun der schwarze, dickschiefrige Kalkstein von Varenna und Bellagio, mit 50° nach S 40 W fallend. Die Uebereinstimmung dieser Gesteinsfolge von Gneis, Verrucano, Anthracitschiefer, Dolomit, Kalkstein, mit derjenigen der Zwischenbildungen bei Servoz, Outre-Rhône und anderen Stellen der Nordseite ist auffallend.

Am Westufer des See's finden wir den Verrucano, ebenfalls an der unteren Grenze des Kalkgebirges, S von S. Abbondio, und er scheint, nach Trümmern zu schliessen, die am nördlichen Fuss der Kalkkette vorkommen, wenigstens in vereinzelten kleineren Massen, auch weiter westlich, gegen Lugano zu, aufzutreten. In ähnlicher Stellung, wie bei Bellano, zeigt er sich in dem berühmten Durchschnitt des S. Salvatore bei Lugano. Als ein bei 80 Meter mächtiges Conglomerat höchstens faustgrosser, zum Theil eckigter Trümmer von rothem, violetem, braunem Porphyr und weissem Quarz in röthlichem Bindmittel, sehn wir ihn, mit etwa 70° südlicher Einsenkung, unter den Dolomit einfallen, der in pralligen, nackten, vertical zerspaltenen Felsen die Hauptmasse des Berges bildet. Unter dem Conglomerat liegt ein grober Sandstein, der mit dünnen Dolomitlagern wechselt, dann Glimmerschiefer, zersetzt, oder in festere knollige Massen zertheilt, im Allgemeinen S fallend, aber, wie mir schien, nur mit etwa 40°, so dass die Auflagerung nicht gleichförmig wäre. Auf dem Conglomerat liegen erst, mit concaver Grenzfläche, geschichtete braune und graue Dolomite, dann verliert sich allmälig die Schichtung, die Farbe wird blasser, das Korn mehr krystallinisch, die Vegetation tritt zurück, und die Steinart gewinnt alle Charaktere des Dolomits von Fassa.



a Glimmerschiefer. d' Geschichteter Dolomit.
e Conglomerat. d Massiger Dolomit.
x Schwarzer Porphyr.

Auch weiter nach Westen hin erscheint unsere Bildung in der Grundlage des Kalk- oder Dolomitgebirges und trennt dasselbe vom Glimmerschiefer, Granit oder Porphyr. Grössere Conglomeratmassen und talkreiche Verrucanogesteine kommen indess nicht mehr vor; es scheinen dieselben vorzugsweise der Mittelzone anzugehören, während die an der unteren Grenze, oder im Inneren der Nebenzonen auftretenden Gesteine, hier wie in Nordtyrol und Salzburg, mehr den Charakter gewöhnlicher rother oder bunter Sandsteine tragen und selten eine grössere Mächtigkeit erlangen.

So bei Riva, am Südrande des Luganersee's. Ein steiler Graben, oberhalb der nördlichen Kirche von Riva, endigt in der Höhe an einer Sandsteinwand; die Nordseite des Grabens besteht von unten her aus rothem Porphyr, die südliche aus schwarzem Porphyr, beide gehn in der Höhe in ein Porphyrconglomerat über, aus faustgrossen, wenig abgerundeten Stücken bestehend, die in einer lockeren sandigen Grundmasse liegen; dann folgt rother Sandstein, in ziemlich beträchtlicher Mächtigkeit, die dickschiefrigen Absonderungen zum Theil mit Glimmer bedeckt, und noch höher weisser Quarzsandstein, mit einzelnen grösseren Kieseln; in der Höhe Dolomit und Kalkstein mit flach südlicher Einsenkung.

Beim Eintritt von Varese her über Induno in die Val Gana erhebt sich, gegenüber dem berühmten Hügel der Madonna, aus dem flacheren Boden eine Hügelreihe von Dolomit, stark zerklüftet und zerfallend, so dass der Stein, wie häufig auf der Südseite der Alpen, als Strassenkies benutzt wird. Die Lager fallen mit 45° nach S 10 O. An seiner unteren Grenze wird der Dolomit blasig und dickschiefrig, es mengt sich rother Thon ein, als

Streifen oder Ausfüllung der Blasen, dann folgen Lager von weissem und rothem Thon und unter diesen weisser Quarzsandstein, gemengt mit dem vorigen Thon und Arkose ähnlich, unmittelbar dem rothen Porphyr aufliegend, der nun weiter nördlich in grosser Ausdehnung auftritt. Die Mächtigkeit dieser Thon- und Sandsteinbildung beträgt nur wenige Meter. Es zeigt sich dieses Zwischenglied in gleicher Stellung bereits am Ausgang der V. Sesia, am M. Orlongo, wo zuerst die südliche Kalkstein- und Dolomitzone sich zu entwickeln beginnt.

ZWEITER ABSCHNITT.

Südliche Nebenzone.

Das breite System von Kalk- und Dolomitgebirgen, worin man, in den Umgebungen von Agordo und Schio, die ganze Folge des Sedimentgebirges, vom Bunten Sandstein aufwärts bis in die Eocenbildungen, entwickelt und durch zahlreiche organische Ueberreste charakterisirt findet, erscheint nur noch in den Thälern des Oglio, Serio und Brembo, als eine in mehrere Ketten zertheilte, über zehn Meilen breite Gebirgszone. Bereits am Comersee vermindert sich die Breite auf fünf Meilen, und weiter westlich nähern sich die Grenzen noch mehr, so dass am Ausfluss der Sesia nur vereinzelte Kalkmassen ihre Fortsetzung bezeichnen, und noch, bevor man Biella erreicht, die letzte Spur derselben verschwunden ist.

Ungeacht dieses verminderten Beobachtungsfeldes, stösst eine nähere Beschreibung dieser Gebirge auf Schwierigkeiten, die einstweilen nicht besiegt werden können. Es sind bis jetzt nur die nächsten Umgebungen des Comersee's und die zwischen ihm und dem L. Maggiore liegenden Gebirge mit anhaltendem Fleisse untersucht worden, nur von da her besitzt man zahlreichere und mit Sicherheit bestimmte Petrefacten. Die V. Brembana habe ich auf einer einzigen schnellen Durchreise gesehn, in V. Seriana und V. Trompia hat, so viel bekannt geworden ist, nur Escher auf die Zergliederung des Sedimentgebirges einige Zeit verwendet. Die Verwicklung der Lagerungsverhältnisse ist aber in allen diesen Gebirgen, durch häufige Windun-

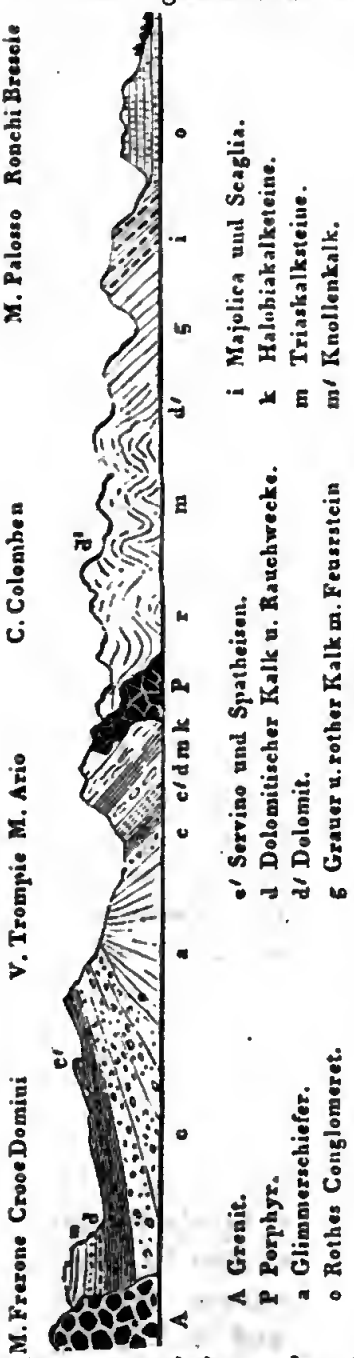
gen der Schichten, vielfachen Wechsel im Streichen, wiederholte Verwerfungen, den Uebergang des Kalks in Dolomit und andere Störungen so gross, dass, wie in den nördlichen Alpen, nur der langsame Weg der genauesten Untersuchung jedes Grabens und jeder Felsanschürfung zum Ziele führen kann. Eine allgemein gehaltene Darstellung nach Altersformationen wäre, bei diesem lückenhaften Zustande unseres Wissens, kaum zweckmässig; man wird es vorziehn, die Durchschnitte der verschiedenen Thäler einzeln kennen zu lernen.

Die Grundlage der südlichen Nebenzone haben wir in dem *Verrucano* und *Servino* (S. 348) kennen gelernt, und es unentschieden gelassen, ob wir diese Gesteine als ältere Trias- oder als paläozoische Bildungen zu betrachten haben. Für die erstere Ansicht sprechen die von Curioni entdeckten Triaspetrefacten (S. 355). Die bis jetzt bekannt gewordene Nachricht von dem Vorkommen dieser Ueberreste ist jedoch so unvollständig, dass man nicht sicher ist, aus welchem Gliede der Formationsfolge dieser Gebirge sie herstammen. Da nun Escher diese Petrefacten ebenfalls aufgefunden hat, in einer Schichtenfolge aber, die über dem eigentlichen, durch *Myophorien* bezeichneten Muschelkalk dieser Gegenden zu liegen scheint, da ferner auch in Südtyrol die von Curioni gefundenen Species den S. Cassianschichten angehören, die als jüngerer Muschelkalk oder als Keuper gelten, so darf man wohl annehmen, dass dieselben nicht aus dem Verrucano oder Servino abstammen, so dass das Alter dieser Bildung unbestimmt bleibt.

1. Val Trompia.

Die Verbindung der Gebirgsformationen dieser Gegend mit den besser bekannten des südlichen Tyrols ist abgeschnitten, durch die wesentliche Abänderung aller Lagerungs- und Gesteinsverhältnisse, welche die letzteren bereits im Etschthale und am Gardasee erleiden, und die Geologie jenes Ausgangspunktes unserer Bereisung des südlichen Alpenrandes kann sich nur auf die Localbeobachtungen von

Brocchi und vorzüglich von Escher stützen. Von den zahlreichen organischen Ueberresten, *Ammoniten* und *Mytilus*, die, nach Brocchi, im unteren V. Trompia, besonders in dem östlichen Seitenthal V. Lumezzane, vorkommen, hat Escher leider keine bestimmbaren Stücke erhalten können. Das in den ersten Jahren dieses Jahrhunderts geschriebene Buch von Brocchi enthält, weder nähere Angaben über jene Petrefacten, noch genauere Details über die Lagerungsverhältnisse.



Das tiefste Glied des Kalkgebirges bilden ununterbrochene Massen von *Rauchwacke*, gelben und grauen *Dolomitbreccien* und *Gyps*. Auf dem durch schönes Alpenland führenden Passe von Croce Domini, nördlich von V. Trompia, nahe an den Granitmassen des M. Frerone, fand Escher auf dem obersten rothen Sandsteinschiefer gelb bestaubten *dolomitischen Kalkstein*, wie er auch an der Nordgrenze der Mittelzone so häufig vorkommt, und über diesem Rauchwacke, Alles in horizontaler Lagerung. *Gyps* zeigt sich bei Lavone, in beschränkter Ausdehnung. Ohne Zweifel müssen wir aber dieser Stufe auch einreihen die Gypse und Anhydrite von Lodrino, am Uebergang nach V. Sabbia, und von Volpino, bei Lóvere, am nördlichen Ende des L. d'Iseo. Der Anhydrit von Volpino, *Volpinit*, oder *Bardiglio*, ein kieselhaltender, blau gestreifter Alabaster, wird seit Ende des XVII. Jahrhunderts

zu Tisch- und Kaminplatten und anderen architektonischen Verzierungen verarbeitet.

Den über der Rauchwacke liegenden rauchgrauen Kalk bezeichnet Escher als *Knollenkalk*, wegen der meist wulstartigen, knolligen Beschaffenheit seiner, oft mit ockerbraunen Thonflecken bedeckten Schichtungsablosungen und Felsflächen. Seine Mächtigkeit mag bei 50 m. betragen. Am Abfall des M. Ario gegen Bovegno fanden sich darin Trümmer von *Crinoiden*, vielleicht *Encrinites liliiformis* angehörend, am Ausfluss des Baches von Irma *Ammoniten*, die jedoch eher das Gepräge von Liasammoniten tragen.

In derselben Schichtenfolge zeigten sich aber, in der Nähe von Zigole, andere, besser bestimmbare Ueberreste. Am Ostufer der Mella liegen auf den S fallenden Lagern von Knollenkalk bräunliche Mergelschiefer und merglichte, braune oder grüne Sandsteine mit Abdrücken von Pflanzen, *Calamiten* ähnlich, welche den Charakter von Keuperpflanzen tragen. Nördlich von Zigole, etwa 50 m. über der Strasse, findet sich ferner ein kleiner Steinbruch von Kalkplatten, deren Schichtflächen, nach Merian's Bestimmung, ganz bedeckt sind mit

Halobia Lommelii.

Der Stein ist blaulich schwarz, dickschiefrig, mit feinerdigem Bruch, und wird durch Verwitterung graulich braun. Die Schichten fallen mit 25° N. Das Vorkommen der *Schichten von Wengen* in dieser Gegend der V. Trompia wird hierdurch ausser Zweifel gesetzt; nur sind leider die Aufrisse der verschiedenen Steinarten, des Knollenkalks, der Keupergesteine und der aufgelagerten Kalkgebirge von einander getrennt und die Schichtung wechselt so häufig, dass es schwer hält, über die wahre Altersfolge zu voller Sicherheit zu gelangen.

In dem Rücken des Castello dell' Asino, östlich gegenüber Lavone, erhebt sich über diesen tieferen Kalklagern eine schroffe, felsigte Reihe von hellgrauem *Dolomit*, vielleicht schon dem Jurasystem angehörend. Es ist wohl derselbe Dolomit, der bei Inzino, mit 40° Südfallen, den Thalboden erreicht und hier auch beide Thalwände bildet.

Bei der Mellabrücke, oberhalb Lavone, wird das Kalkgebirge von Porphyr durchbrochen, dem Brocchi eine Erstreckung von 7 Meilen, von den Höhen des M. Ario bis Pezzoro, und eine Breite von 2 Meilen beimisst. Der Fels ist fast durchgehends bis tief hinein zersetzt, die Grenze gegen den Kalk daher durch Grus und Vegetation bedeckt. Besser erhaltene Trümmer zeigen eine graue, violete, rothe oder braune Grundmasse von dichtem Feldspath, welche weisse oder rothe Feldspathkörner, hexagonale Glimmerkrystalle und zuweilen auch Körner von Quarz einschliesst. Auf dem Berge Ludizzo soll der Stein grössere Festigkeit besitzen und kleine Granaten enthalten. Bei dem Santuario della Misericordia geht er über in ein Conglomerat, welches gerundete Trümmer von Porphyr und auch von Kalkstein enthält.

Eine neue, jüngere Kalkformation erscheint unterhalb Gardone, bei Ponte Zanano. Es ist ein flachmuschliger dichter Kalkstein, hellgrau mit dunkeln Streifen und Flecken, meist dünn geschichtet und viele, oft lagenweise vereinigte Knauer von Feuerstein einschliessend. Unterhalb Carcina kommen auch, vom M. Palosso her, viele Trümmer vor von rothem Kalkstein mit Hornsteinnieren. Der graue und rothe Kalk gehören wohl derselben Bildung an, der nämlichen, die, nach Brocchi, am M. Palosso und in V. Lumezzane so reich an Petrefacten sein soll, und vielleicht darf man in ihnen den *Rothen Ammonitenkalk* der Alpen von Venedig erkennen, vielleicht die *Scaglia*. Nach Trümmern von weissem, flachmuschligem Kalkstein vermuthet Escher auch das Vorkommen von *Biancone* oder *Neocomien*.

Am Ausgang des Thales, bei Concesio, lehnen sich an das Kalkgebirge die Hügel von Colleheato und Urago, auf der Westseite der Mella, und der Ronchi, an deren Fuss Brescia steht, auf der Ostseite. Sie bestehn aus weichen merglichten Kalksteinen, die Brocchi dem *Alberese* von Toscana vergleicht und enthalten eine Menge von *Fucoiden*, scheinen demnach als *Flysch* oder Eocenbildung betrachtet werden zu müssen. Allein mit dieser Annahme wollen andere Dinge in Brocchi's Beschreibung nicht stim-

men. Der Kalkstein wechselt mit Lagern von Feuerstein und enthält Feuersteinknauer; er wird zum Theil fest, nimmt gute Politur an und stimmt überein mit der *Majolica*. Auch sollen in grosser Menge *Ammoniten* vorkommen. Als Hauptfundort wird allerdings das V. Tronte, am Fuss des M. Palosso angegeben; dass indess in dem hellgelben horizontal geschichteten Mergelkalk, auf welchem das Castell von Brescia steht, Ammoniten gefunden werden, wird auch von Escher bestätigt. In den Hügeln von Collebeato wechseln mit dem Mergelkalkstein Lager von *Lumachell*, die aus einem, zum Theil in Kieselerde übergegangenen Agglomerat von Bivalven, Echinitenstacheln und Zoophyten bestehn. Man findet auch verkieseltes Holz von ausgezeichneter Erhaltung und Einlagerungen oder Nester von Chalcedon, von gelbem und rothem Jaspis; auch ein Theil jener Lumachelle ist durch dunkelrothen Hornstein verkittet. In den Hügeln von Urago ist der Stein auch wohl oolithisch, sehr kleine Kügelchen von Kalk durch Kalkspath verkittet, beide zuweilen ersetzt durch Chalcedonsubstanz. — Dass ein Theil wenigstens dieser Hügelmassen der *Scaglia* beigezählt werden müsse, die rothen Jaspislager nämlich, die sie einschliessenden Kalksteine, und was nicht davon getrennt werden kann, ist auch die Ansicht der lombardischen Geologen.

Südlich von Brescia, bei Castenédolo, taucht aus der Ebene auch ein isolirter Hügel der subapenninischen Bildung auf, welchem, nahe am Südrande der Ebene, aber noch diessseits des Po, zwischen Lodi und Pavia, der Hügel von S. Colombano entspricht, bekannt durch die grosse Zahl fossiler Conchylien und die von Cortesi aufgefundenen Knochen von Delphinen und Wallfischen.

2. Val Seriana.

Wir haben früher Escher, auf seiner Reise über den Coccopass und die obere V. Seriana, bei Gromo verlassen, wo das Rothe Conglomerat und der Thonschiefer unter dem

steil S fallenden Kalk verschwinden. „Es ist ein hellgrauer, Marmor ähnlicher Kalkstein, der in scharfkantige Trümmer zerfällt, und den Fuss der Thalwände mit ausgedehnten Schutthalden bekleidet.

„Südlich von Ponte Briolta folgt eine breite Terrasse, bei 20 m. hoch über dem Bette des Serio, gebildet durch ein neueres Conglomerat metergrosser Blöcke des Thalhintergrundes. Auf ihr steht das stattliche Ardese. Die Gegend, bis unterhalb Oltresenda, ist der offenste und schönste Theil der V. Seriana. Es wird viel Mais gezogen, der jedoch bei weitem nicht so üppig wächst, wie im Veltlin. Kastanien sieht man noch keine. Im Ansteigen nach dem niedrigen Rücken, der Oltresenda von Clusone trennt, erscheint dunkelgrauer Kalkstein, in dünne, vertical stehende Tafeln abgesondert; aber gegen Clusone zu weicht er einem in kleine Bruchstücke und Sand zerfallenden Dolomit, der, nördlich von dem Flecken, zahnartig emporragende Felsen bildet. Der Boden des Hauptthales und seiner Verzweigungen ist hier mit einer eigenthümlichen Steinart bedeckt. Man glaubt erst ein horizontal geschichtetes Stromconglomerat neuester Bildung zu sehn: es sind Gerölle, Blöcke, auch eckigte Trümmer der verschiedenen im Thal anstehenden Gesteine durch Kalksinter verkittet, mit leer gelassenen Zellen, wie meist in diesen Sinterbildungen; der Travertin ist auch für sich ziemlich verbreitet. Verfolgt man aber das Conglomerat, so verschwinden allmählig die fremdartigen Trümmer, es bleiben nur Dolomitstücke, bald auch schliessen diese enger an einander, die Schichtung wird geneigt, und man kann nicht anstehn, die Masse als alten Fels, als eine zum Gebirge selbst gehörende Dolomitbreccie anzuerkennen. Das Urtheil ist aber in beiden Fällen richtig, es geht offenbar alte Dolomitbreccie so unmerklich in junge Strombildung über, dass man keine Grenze ziehn kann.

„Da das weite, vielleicht durch ein Zurücksinken der Gebirgsmasse entstandene Becken von Clusone keine Aufschlüsse erwarten liess, so folgte ich dem von W her in den Serio einfallenden Riso aufwärts in die V. Gorno. Am Auslauf des Thales herrscht zu beiden Seiten, wie auch

auf der Ostseite des Serio, feinkörniger, drusiger Dolomit, mit sanftem S Fallen. Auch tiefer einwärts sieht man ihn, am nördlichen Gehänge, als einen kleinen Kamm, er scheint der vom Rognobache aufgedeckten Bildung, die nun bald meine ganze Aufmerksamkeit auf sich zog, vorzulicgen. Es bringt nämlich dieser Bach, der bei der Kapelle S. Antonio von N her in den Riso fällt, eine grosse Masse Trümmer von merglichtem und schiefrigem Kalkstein, die zum Theil ganz erfüllt sind mit (nach Merian's Bestimmung)

Myophoria Whateleyæ v. Buch,
— *Raibeliana Boué*,
Avicula bipartita Mer. A. sociali aff.
Cardita crenata Goldf.,

welche mit Sicherheit auf *Muschelkalk* oder eine ihm nahe stehende Bildung schliessen lassen.

„Bei Gorno sind diese Petrefactenlager auch anstehend, und mit ihnen abwechselnd dunkel blaulich graue feste Kalklager, unter geringem Winkel S fallend. Man findet dieselben Schichten, zum Theil mit sehr vielen Myophorien auch bei S. Rocco, westlich von Oneta. Sie bilden daselbst einen Sattel, mit steilem S und N Fallen, und ihnen eingelagert zeigen sich Sandsteine mit Pflanzentrümmern, ähnlich denjenigen, die, wie es scheint in ziemlich gleicher Lage, in V. Trompia vorkommen. Will man diese Pflanzen mit den Halobiaschichten als Keuper betrachten, so müssen demnach auch die Trigonienlager dieser Bildung eingereiht werden. Da indess der eigentliche, durch bunte Mergel bezeichnete Keuper erst höher noch folgt, so wird jenen Lagern wohl die Stellung der *Lettenkohle*, im obersten Muschelkalk, anzuweisen sein.

„Aufwärts nach dem Passe von Gambacoccia, der nördlich von M. Alben, 2021 m., nach Serina führt, folgten bald neue Gesteine. In einer Mächtigkeit von etwa 100 m. treten, mit schwachem N Fallen, rothe und grüne Mergel auf, abwechselnd mit Sandstein, knolligem, gelblichem Dolomit und dunkelgrauen Mergelschiefern. Sie halten an bis auf die Höhe des Passes, wo sie unmittelbar unter dem hellgrauen, beinah weissen, körnigen und drusigen Dolomit des M. Alben durchsetzen müssen. Die Beschaf-

fenheit der Steinart, und ihre Lagerung über dem Muschelkalk lässt in diesen bunten Mergeln nur *Keuper* erkennen."

Statt mit Escher die Reise nach Westen fortzusetzen, kehren wir in das Hauptthal zurück und begleiten ihn auf einer anderen Wanderung weiter abwärts.

„An den Kalkwänden der unterhalb des Auslaufes des V. Gorno folgenden Thalenge ist die Stratification unklar, die Felsen sehn wild struppig aus. Oefters glaubte ich indess sanftes S Fallen zu erkennen, so dass auch hier die Dolomitmassen die Trigonienlager bedecken müssen. Gegen Colzate und Vertova hin wird das Thal wieder breiter, und die es begrenzenden Berge haben sanftere Formen; doch scheinen sie aus festem Kalk, nicht aus Kalkschiefer zu bestehn. Auch der M. Aviatico ist bis oben mit Vegetation bedeckt; überall im Thale sieht man mit Trauben beladene Reben, Feigenbäume, reiche Maisfelder; stark bevölkerte Dörfer und Flecken schliessen dicht an einander; man steht am Eingang zu dem Garten von Italien.

„In der Umgebung von Gazzaniga herrscht schwarzer dichter Kalkstein, deutlich in wenig dicke Bänke abgesondert, die welligen Ablosungen häufig mit schwarzem, schimmerndem Thon bedeckt. Mit ihm wechseln schwarze Mergelschiefer, in denen Spuren von Pflanzentheilen vorkommen. Die Lagerung ist unregelmässig: auf der Westseite herrscht in der Tiefe steiles N Fallen, am höheren Theile des Aviatico aber liegen die Kalkbänke wagrecht, oder fallen nach S; auch auf der Ostseite ist S Fallen.

„Bei dem Uebergang von Fiorano über den Serio an das Ostufer zeigt sich unerwartet zwischen den Kalklagern des Strombettes die bei 10 m. mächtige Gangmasse eines merkwürdigen *Hornblendporphyrs*; eine graue oder grünliche Feldspathgrundmasse, welche oft dicht gedrängte, zuweilen über 1 Zoll lange Hornblendkrystalle umschliesst. Schon in der Nähe von Clusone waren mir Blöcke dieser Steinart aufgefallen, die daher auch höher im Thale und, wie früher erwähnt wurde, auch auf der Nordseite des Gebirges hervortritt. Bei Fiorano zeigt der Kalk an der Grenze des Porphyrs nicht die geringste Veränderung; nur möchte die Unregelmässigkeit der Lagerung von der abnorm sich ein-

drängenden, die Kalkschichten zum Theil schief durchschneidenden Steinart herzuleiten sein. Sowohl der Serio, als die Romna aufwärts verfolgend, sieht mau noch mehrere Porphyrmassen, die, besonders gegen Gandino zu sich beträchtlich ausbreiten. Nahe an einer derselben fand sich im Kalk des Seriobettes ein *Belemnit.*“ Nach Curioni tritt dieser Porphyr auch in Vallalta, am Abhange des Monte Misma, hervor.

Das schöne Thalbecken des gewerbfleissigen Gandino enthält bei Leffe Lager von Braunkohlen, welche seit 1804 ausgebeutet werden. Die Lignitlager, von denen eines über 4 m. Mächtigkeit haben soll, wechseln mit Lagern von sandigem Mergel und sind mit einem Schacht von 58 m. Tiefe durchsunken worden. Escher vergleicht diese Kohlen, die zum Theil aus wenig gebräunten Holzstämmen, Wurzeln, Stengeln und Blättern bestehn, den diluvialen Schieferkohleu von Uznach, Curioni setzt ihre Entstehung in die ältere pliocene Zeit. Mit den Pflanzenüberresten, über die wir leider keine näheren Bestimmungen besitzen, kommen im Mergel nicht selten Conchylien und Ueberreste von Quadrupeden vor. Nach älteren Bestimmungen von Brocchi entsprechen die ersteren den Arten

Tellina cornea
Helix complanata
— *stagnalis*
Helix vivipara
Turbo elegans.

Mehrere Zähne hat Balsamo-Crivelli als Zähne eines Rhinoceros erkannt, das er *Rhin. Defilippi* genannt hat.

Die nähere Kenntniss der Altersfolge am Comersee lässt uns in dem schwarzen Kalk von Gazzanigo *Lias* erkennen, und der darin gefundene Belemnit unterstützt diese Bestimmung. Weiter nach dem Alpenrande zu, sind, nach Curioni, auch die übrigen, theils ostwärts, theils westwärts bekannt gewordenen Formationen entwickelt.

Der rothe *Ammonitenkalk* und *Biancone* kommt in V. Cavallina und am Hügel von Adro vor.

Eine von dem *Flysch* nicht zu unterscheidende, mächtige Bildung streicht von Brescia über Adro, Gandozzo, Nese, Bergamo nach Ponte S. Pietro. Sowohl die Beschaffenheit der merglichten, Alberese ähnlichen Kalk-

steine und der glimmerigen, in schöne Tafeln spaltenden, Macigno ähnlichen Sandsteine, als die in den ersteren vorkommenden *Fucoiden* unterstützen diese Bestimmung, die jedoch, wie wir sehn werden, auch weiter westlich auf Schwierigkeiten stösst. Bei Adro bedecken diese Macigno einen Hügel von Scaglia. Bei Sàrnico, Ponte S. Pietro u. a. a. Orten sind bedeutende Steinbrüche darin eröffnet. Feinkörnige Abänderungen, die auf der Höhe, am Nordabfall des M. Misma, vorkommen, dienen zu Wetzsteinen. An mehreren Stellen geht der Stein in ein Conglomerat über, das zu Mühlsteinen benutzt wird, wie zu Predore und Gandozzo bei Sárnico. Derselben Bildung muss wohl auch das Conglomerat beigezählt werden, aus welchem, südlich von Adro, der vereinzelte Hügel M. Orfano besteht. Nebst den Kieselgeröllen enthält dasselbe viele grössere, zum Theil eckigte und scharfkantige Trümmer von Biancone. — Der Baustein von Sárnico und die mit dieser Bildung verbundenen Conglomerate sind oft von tertiärer schweizerischer Molasse und Nagelfluh nicht zu unterscheiden.

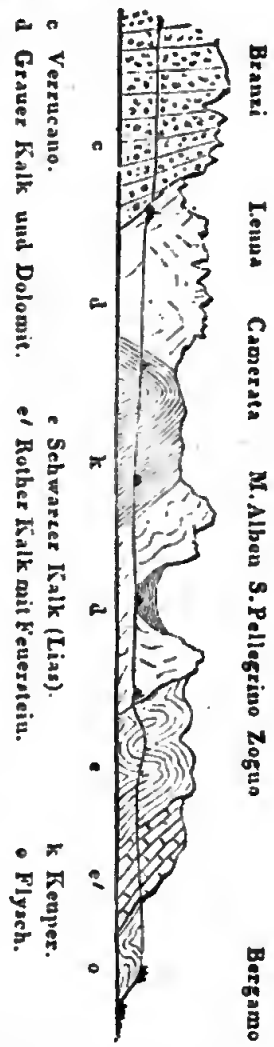
Bei Nese, rechts am Ausgang des Thales, haben die Bäche auch ein meterdickes Lager von blauem Thon mit subapenninen Conchylien entblösst, das die äussere Bekleidung des aus Alberese ähnlichem Mergelkalk bestehenden M. di Nese bildet.

3. Val Brembana.

Die oberste Verzweigung dieses Thales liegt, wie die von Val Seriana, noch im Gebiete des Verrucano, und wir haben sie, von den Pässen von Venina und S. Marco niedersteigend, bereits bis nach Piazza und Lenna, wo beide Wege sich vereinigen, kennen gelernt.

Die Strasse ist unterhalb Lenna, in dem canalähnlichen Thale, weithin in dem eigenthümlichen Conglomerat eingeschnitten, das auch in V. Seriana vorkommt. Kleine gerundete Geschiebe und klaftergrosse eckigte Blöcke von Kalk, Dolomit, Verrucano, Quarzit, sind verkittet durch ein sehr festes, aber zelliges Cement von Sand und Kies

oder auch Travertin, den jüngeren Stromgeschiebmassen ganz ähnlich, und erst hinter dieser mächtigen, Stunden weit anhaltenden Thalausfüllung steigen felsigte Kalkgebirge auf. Der feinkörnige, hellgraue bis weisse Stein braust zum Theil stark mit Säuren und ist daher nicht ausschliesslich Dolomit, wie man nach dem Aussehn seiner nackten, zerspaltenen, leicht zertrümmernden Felsen vermuthen könnte. Auch enthält er zahlreiche Steinkerne von Petrefacten, die leider keine nähere Bestimmung gestatten, meist grösseren Gasteropoden, *Rostellarien*, *Chemnitzien*, *Pleurotomarien* ähnlich, auch einzelne *Terebrateln*. — Eine Stnnde von Lenna, wo der Parinabach ausmündet, ist das Kiesconglomerat zu einem grobkörnigen, festen Sandstein geworden, der zu Platten und Mauersteinen gebrochen wird. Die Masse erhebt sich wohl bei 30 m. über den Thalboden und zeigt meist horizontale Schichtung. Auf einer langen Strecke sieht man aber die Lager auch, mit wohl 30° Neigung, nach W fallen und wird unsicher, ob die Bildung nicht als eine ältere, der Hauptmasse des Gebirges angehörige zu betrachten sei; ob man nicht, durch Aehnlichkeit der Formen und Steinarten getäuscht, die Grenze der diluvialen Thalausfüllung gegen die Felsen des anstehenden, breccienartigen und zelligen, Dolomit ähnlichen Kalksteins übersehn habe.



Vor Camerata tritt eine neue Bildung hervor: ein sehr zäher fester, Thonstein ähnlicher, rother und grüner Mergel, schwach aufbrausend, mit Nestern und Adern von Kalkspath, auch wohl in eckige Stücke zerspalten, deren Zwischenräume mit Kalkspath ausgefüllt sind; zuweilen mit Neigung, in Sandstein und kleinkörnige Breccie überzugehn.

Das Fallen ist mit 30° nach N 20 W. Anf beiden Seiten des Thales bilden diese Mergel eigene, beträchtliche Gebirgszüge bis eine halbe Stunde unterhalb S. Giovanhianco, wo ihr Fallen in S 60 W übergeht. Offenbar ist diese, hier so mächtig entwickelte Bildung die Fortsetzung der am Passe von Gambacoccia über dem Muschelkalk liegenden *Keuperbildung*, und die höher im Thale liegenden hellgrauen Kalksteine mit Rostellarien entsprechen dem Dolomite der in der hinteren V. Seriana dem Verrucano aufliegt. Doch könnte wohl auch diese Kalk- und Dolomitmasse, bei näherer Untersuchung, in zwei Bildungen zerfallen, die eine älter als der Keuper, die andere jünger, die als nördliche Fortsetzung der Dolomite des M. Alben zu betrachten wäre. Da auch auf der Ostseite von Gambacoccia der Muschelkalk und Keuper N fallen, so scheinen sie den nördlich angrenzenden Dolomit und Kalk mit Rostellarien unterteufen zu müssen. Das allgemeine W Fallen lässt in diesem Thale den Muschelkalk nicht, wie in V. Seriana, hervortreten. Das zweideutige Conglomerat, das his in die Nähe von Camerata die Thalausfüllung bildet, fehlt während der ganzen Erstreckung der bunten Mergel.

Die hunte Thonhildung stösst bei Fuipiano an eine felsigte Kette von Dolomit und fällt ohne Zweifel unter sie ein. Es ist die westliche Fortsetzung der Kette des Mont Alben, die hier durchstreicht. Wie auf Gambacoccia, wie im oberen Bremhothal, folgt also auch hier eine mächtige Bildung von Dolomit, oder eines mineralogisch ihm ganz ähnlichen Kalks, auf den Keuper, und dieser ist nur auf einer von Gorno in V. Seriana bis in den Hintergrund der V. Sassina quer durchsetzenden Spalte von seiner allgemeinen Bedeckung entblösst worden.

Der Dolomitkette von Fuipiano folgt, den Brembo abwärts, eine von einer zweiten Dolomitkette begrenzte Niederung, in welcher die stark besuchten, seit 250 Jahren benutzten Sauerwasser von S. Pellegrino entspringen. Die alte Quelle hat die constante Temperatur von 29° C, die neue von 25° C. Die nächste Therme ist die von S. Martino (S. 287) mit einer Temperatur von 35 bis 40° C;

entfernter liegt Bormio, dessen Quelle, je nach der Jahreszeit, 37 bis 44° C Wärme hat.

Man findet bei S. Pellegrino einen S fallenden schwarzen Mergelschiefer, der, nach Analogie der Verhältnisse, die Escher in V. Serina und V. Imagna, beobachtet hat, wahrscheinlich dem Dolomit aufgelagert ist. Dieser Schiefer enthält in V. Serina *Posidonien* u. a. Bivalven und mag wohl bereits dem Lias angehören, der in deutlichen Schichten von schwarzem dichtem Kalk, sowohl am Ausgang der V. Serina, als in den westlichen Thälern, über ihm die obere Hauptmasse der Gebirge bildet. Im Hauptthale selbst hält der Dolomit, stets mit W Fallen, an, bis in die Nähe von Zogno. Ob der schwarze Schiefer eine Einlagerung bildet, oder muldenförmig dem Dolomit aufgelagert ist, wird nicht klar. Ist die Myophoria Whateleyæ, die v. Buch in Mailand sah, in S. Pellegrino selbst gefunden worden, so muss hier auch ein Auftauchen des Trias angenommen werden. Die Trümmerhalden am Fuss der Felswände enthalten viele Spuren von Petrefacten, die aber ganz mit dem Stein verwachsen sind, oder nur mit Braunspath bekleidete Räume hinterlassen haben. Das Alter dieser hellgrauen, körnigen Kalksteine und Dolomite, die sich in so grosser Mächtigkeit zwischen den als Keuper und Lias gedeuteten Bildungen eindrängen, muss also einstweilen unentschieden bleiben.

Das weite Thalbecken von Zogno, unten durch die Felsschlucht von Sedrina abgeschlossen, ist gegen NW von wohlgeschichteten, aber auffallend gefalteten Gebirgen umgeben, die ausschliesslich aus schwarzem Kalk zu bestehn scheinen. Die südliche Kette, an der man, zur Umgehung der Schlucht, beträchtlich hoch ansteigen muss, zeigt andere Steinarten. Schon in Sedrina, dann auch in Lissa, bemerkt man viele Platten von rothem Kalk, mit welliger Oberfläche, zuweilen schlecht erhaltene *Ammoniten* einschliessend, die östlich oberhalb Lissa brechen. An der Strasse ist der Kalk dunkelgrau, dicht, mit ausgezeichnet muschligem Bruch, und enthält viele Knauer von schwarzem Feuerstein. Bei Botta jedoch erscheinen die rothen Kalksteine mit den grauen zugleich, schwach S fallend, und bei

Villa d'Almé, wo man das Kalkgebirge verlässt und nun plötzlich die weite Ebene der Lombardie ausgebreitet erblickt, sieht man, zur Seite des tief eingeschnittenen Bettes des Brembo, wie am östlichen Abfall des Gebirges, den rothen *Scagliakalk* in grosser Ausdehnnng die äussere Bekleidung der letzten Kalkkette bilden.

Der Fuss des Gebirges dehnt sich in einer breiten Terrasse gegen Bergamo aus, dessen obere Stadt, 380 m., auf dem äussersten, steil gegen die Fläche abfallenden Vorsprung derselben steht. An der Strasse, die aus der oberen Città nach dem in der Ebene liegenden Borgo führt, ist ein bedeutender Steinbrnch eröffnet, worin Sandsteinplatten gebrochen werden. Der Stein sieht den festeren Abänderungen der schweizerischen Molasse ähnlich, noch mehr aber dem toscanischen Macigno, oder dem Flysch der Gurnigelkette, oder der Steinbrüche von Sievring hei Wien. Die dunkelgrauen Kalksteinplatten, oft kaum 1 Zoll dick, sind am Rande ockerbraun gefärbt; viele tragen auf der Schichtablosung ein Besteg von grauem Thon, mit wulstartigen, Wurzeln, oder Würmern ähnlichen Formen; Einlagerungen von Schiefer sind mit *Fucus intricatus* und analogen Arten bedeckt. Die Schichten sind mehrfach gebogen, zum Theil in der Gestalt eines grossen, convex gegen N gerichteten C.

4. Comersee und Brianza.

Das vorherrschende Westfallen im Kalkgebirge der V. Brembana lässt in den Umgehungen des Comersee's nur jüngere Bildungen erwarten. Und so finden wir es auch, obgleich die obere Hälfte des See's zwischen Glimmerschiefer und Gneis liegt, und auch der Verrucano, in einer allerdings sehr schmalen Zone, auf der Grenze der Mittelzone sich hervordrängt. Als die Fortsetzung der in den östlichen Thälern so mächtig auftretenden, dem Verrucano aufgelagerten Kalk- und Dolomitbildung, lässt sich vielleicht die Masse von dolomitischem Kalk und Rauchwacke betrachten, die in V. Sassina und bei Bellano den Verrucano von dem schwarzen Kalk von Varenna trennt.

1. Aeltere Kalksteine und Dolomite.

In den von DE LA BÊCHE, COLLEGNO und VILLA gegebenen Durchschnitten erscheint der *schwarze Kalk* von Varenna unmittelbar der Rauchwacke der V. Sassina aufgesetzt, und doch ist es offenbar derselbe Kalkstein, den wir in V. Brembana und Val Serina erst nach dem Thalausgange zu, auf Keuper und auf dem Dolomit des M. Alben aufliegend gefunden haben. Dieser Kalk scheint *Lias;* man kennt aus demselben, als organische Ueberreste, nach der Bestimmung von BALSAMO-CRIVELLI, einen

Plesiosaurus; aus dem Dachschieferbruche von Perledo, rechts am Ausgange des V. Esino,

Lepidotus Trotti Criv.; vom gleichen Fundort,

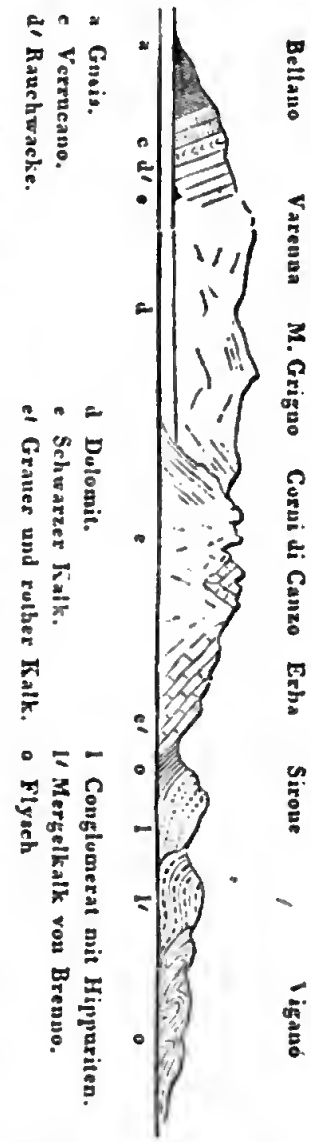
Semionotus leptocephalus Ag., oder ähnlich; vom gleichen Fundort.

Nach der Bestimmung ferner von DE LA BÊCHE

Ammonites Bucklandi Sow.; von Moltrasio. Auch von ESCHER aufgefunden bei Fuipiano, im östlichen Hintergrund der Val Imagna,

Ammonites heterophyllus, oder ähnlich; vom Ostufer des Sees.

Von COLLEGNO und D'ORBIGNY wird angeführt, von Guggiate, südlich von Bellagio,



Cerithium Hemes d'Orb.
Pholadomya subangulata d'Orb.
Nucula claviformis Sow.
— *Hammeri Defr.*
Unicardium uniforme d'Orb.
Cardium subtruncatum d'Orb.
— *Collegno d'Orb.*
— *Erosne d'Orb.*
Modiola hillana Sow.
Mytilus Fidia d'Orb.
Pecten dextilis d'Orb.

Pecten lens Sow. — Curioni endlich fügt bei *Pentacrinites subangularis.*

Häufig sind diese Kalksteine, besonders im Anschlagen, bituminös, und die Schichtflächen mit einem kohlichten Besteg oder dünnen Streifen von Kohle bedeckt. Die Mächtigkeit der Schichten kann über 1 Meter steigen, meist aber theilt sich die Masse in weniger dicke und deutlich getrennte Schichten, und an mehreren Stellen bricht sie in dünnen Platten oder wird zu einem rauhen Schiefer, der als Dachschiefer benutzt wird. Nicht selten wird der schwarze Stein von weissen Spathadern durchzogen. An vielen Stellen auch geht er, bald nach oben, bald nach unten, bald im Fortstreichen in grauen körnigen Dolomit über. Die häufigen Windungen und Verwerfungen und der Uebergang in Dolomit setzen einem genaueren Verfolgen der einzelnen Abtheilungen dieser mächtigen Bildung fast unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen.

In der Schrift der Brüder Villa über die Brianza finden wir einen Durchschnitt durch den M. Grigna, 2413 m., worin von unten nach oben folgende Stufen angeführt werden:

a. in der Tiefe Dolomit, mit *Cardium triquetrum Wulf.* u. a. Conchylien. Nach der Höhe zu übergehend in

b. etwas dunkleren Kalkstein, mit Steinkernen grosser *Rostellarien*, verschiedener *Turritellen*, eines *Trochus*, eines *Sigaretus*, mehrerer *Natica* und verschiedener Bivalven. — Es scheint derselbe Kalkstein, den wir bereits vom Hintergrunde der Val Brembana her kennen. Die Petrefacten, die ich bei den Villa sah, schienen mir mit den von uns gesammelten identisch. Mit dieser Stufe vereinigen die Villa auch Bänke und Massen eines bituminösen Kalksteins, der grösstentheils aus Madreporen besteht und u. a. im Hintergrund von Li Mulini vorkommt. Höher folgt, durch allmähligen Uebergang mit dem vorigen verbunden,

c. dunkelgrauer bis schwarzer Kalk, bekannt als *Occhiatino* und *Lumachello d'Esino*, mit *Natica*, *Turritellen* und *Echinusstacheln.* Er findet sich auf dem höchsten Kamm östlich von Esino und enthält daselbst Einla-

gerungen von glimmerigem Sandstein. Dieser Stein endlich soll übergehn in den

d. schwarzen Kalk von Varenna und Perledo, *Nero di Varenna*, mit Petrefacten des Lias.

Brunner sammelte in V. Esino Steinkerne grosser und kleiner Gasteropoden, die mit jurassischen Chemnitzien grosse Aehnlichkeit haben, u. a. mit der grossen *Ch. heddingtonensis Sow.*, *Ch. normaniana*, *Ch. lineata*, *Ch. curta d'Orb.* Dass der hellgraue Kalk, welcher diese Petrefacten enthält, unter dem schwarzen Kalk von Perledo liege, scheint ihm keineswegs entschieden, und die Petrefacten deuten allerdings eher auf den unteren und mittleren Jura. Die Gestalten sind jedoch so wenig charakterisirt, dass ein festes Urtheil auf sie allein nicht gestützt werden kann.

Südlich von diesem Durchschnitt beschreibt Escher einen zweiten, von Brumano, im Hintergrund des V. Imagna, auf den mit Recht eine Säge genannten Kamm des Resegone di Lecco, 1877 m. Den Thalgrund von Imagna bildet

a. dunkelgrauer Kalk, mit welligen Schichtflächen, zum Theil schiefrig, muldenförmig auf beiden Thalseiten mit geringem Winkel in die Höhe steigend. Auf ihm liegt
b. dolomitische Breccie, dunkelblau, aus eckigten Stücken bestehend, kaum einige Meter mächtig; dann
c. dunkelblauer Kalkstein, etwas merglicht, über 100 m. mächtig; höher
d. dunkelgrauer bis schwarzer feinkörniger Dolomit, in gleicher Mächtigkeit; über ihm
e. hell graulich gelber Dolomit, grob- bis feinkörnig, mit Drusen, mehrere 100 m. mächtig; nach dem Kamm des Gebirges aufwärts, in seiner obersten, bei 6 m. mächtigen Masse gedrängt voll von *Isocardien* ähnlichen Bivalven, welche zwar meist nur den leeren Raum der Schale zurückgelassen haben.

Das Fallen auf dem Grat ist schwach W, beinah horizontal. Der Dolomit zeigt sich aber auch in weiterer Umgebung als herrschende Steinart; man glaubt ihn in den wohl gegen

400 m. hohen Felswänden, nordöstlich oberhalb Lecco, und in den Corni di Canzo zu erkennen. Auf den letzteren jedoch kommt, wie zwischen dem Dolomit eingeklemmt, auch rother Ammonitenkalk vor.

2. Grauer und rother Ammonitenkalk.

Der schwarze Kalk verliert nach der Höhe zu allmählig die dunkle Farbe und den bituminösen Geruch, dann erscheinen Lager von Hornstein, und ohne scharfe Trennung folgt nun ein *rauchgrauer Kalkstein* mit Lagern und Nieren von Hornstein, meist in stark gewundenen Schichten, derselbe offenbar, den wir schon in V. Trompia, bei Ponte Zanone und am Ausgang der V. Brembana, bei Lissa, kennen gelernt haben. Es lässt sich der schwarze Kalk von Bellagio längs dem Ufer, über Lezzeno, und die Pliniana bis auf den Kamm des Pizzo di Torno verfolgen, der die nördlich nach der Bucht der Pliniana fallenden Gewässer von den der Brianza zufliessenden scheidet. Nach mehrfachen Wellenbiegungen ist das Fallen nach S herrschend geworden. Am südlichen Abfall jenes Kammes wird der schwarze Kalk bedeckt von dem rauchgrauen mit Feuerstein, und auch weiter nördlich, auf den Höhen, welche nach der Landzunge von Bellagio abfallen, besteht die obere Decke des Gebirges nicht aus schwarzem, sondern aus rauchgrauem Kalk. Im M. S. Primo, 1596 m., ist derselbe in Dolomit übergegangen.

In gleichförmiger Lagerung und mit dem rauchgrauen Kalk abwechselnd, gewöhnlich aber als Decke desselben, erscheint rother, merglichter Kalkstein mit Nieren und Lagern von rothem Hornstein. Man findet ihn bei Suello, in Val Assina, bei der Höhle Buca del Piombo, auf den Alpen von Erba und Villa Albese, und bis nach Como hin, längs dem Abfall des Gebirges gegen das Hügelland der Brianza.

An vielen Stellen ist der rothe Kalk reich an organischen Ueberresten, besonders an Ammoniten, als ein wahrer *Calcare ammonitifero rosso*. Dieselben Arten kommen, obgleich seltener, auch im rauchgrauen Kalk vor und

D'Orbigny verbindet damit auch die bereits angeführten Arten von Bellagio.

Nach den Bestimmungen von D'Orbigny entsprechen die auf Erba und in der Umgebung von Como in diesem Kalksteine aufgefundenen Petrefacten folgenden Arten:

Belemnites canaliculatus Schl.	*Ammonites heterophyllus Sow.*
Ammonites bifrons Brug.	*Ammon. mimatensis d'Orb.*
— *comensis v. Buch.*	— *sternalis v. Buch.*
— *Levesquei d'Orb.*	— *insignis Schübl.*
— *Raquinianus* —	— *sabinus d'Orb.*
— *radians Schl.*	— *Calypso* —

Diesen Ueberresten zu Folge vereinigt D'Orbigny die Kalksteinbildung von Erba mit seinem *Etage toarcien* oder mit dem *oberen Lias*, wofür allerdings auch die enge Verbindung mit dem, als unterer Lias bestimmten schwarzen Kalk zu sprechen scheint. Andere, mit den vorigen zugleich vorkommende Petrefacten weisen allerdings auf eine jüngere Epoche hin. Villa nennt *Aptychus lamellosus* und *A. lævis*, von Buch hat unter den Ammoniten von Erba den *A. tatricus*, *A. hecticus*, *A. polygiratus*, *A. depressus*, *A. contractus*, *A. caprinus* erkannt, welche für Mitteljura, oder die Stufe von D'Orbigny's *Bajocien* bis und mit *Callovien* sprechen. Indess scheinen die für Lias zeugenden Formen weniger schwankend. Halten wir uns an diese, so stimmen die rothen Kalksteine von Erba in der geologischen Altersreihe ziemlich nahe zusammen mit den rothen Kalksteinen von Mittelitalien, Sasso Rosso, Campiglia, M. Sibilla, wären aber älter, als die, nach der Steinart nicht davon zu unterscheidenden Ammonitenkalksteine von Roveredo und der Sette Communi. Diese gehören, nach de Zigno, entschieden dem Oxford an, und enthalten, nebst zahlreichen *Aptychus lamellosus*, *Terebratula dyphia*, *T. triquetra*, *Ananchytes bicordata*, *Cidaris coronata*, dieselben Ammonitenspecies, welche von Buch in den rothen Kalksteinen von Erba gefunden hat. — Ohne neue Thatsachen entscheiden zu wollen, welche von den beiden, durch zwei der höchsten Autoritäten in der Paläontologie unterstützten Ansichten die richtige sei, würde mit Recht als eine nutzlose Anmassung gelten.

Ueber dem rothen Kalk liegt ein weisser, *Marmo-Majólica* genannter Kalkstein, der ebenfalls Feuersteine enthält, nach Collegno, Villa, Curioni, mit den obersten Lagern des rothen Kalks abwechselt, dieselben Petrefacten u. a. Aptychus enthält, und daher nicht davon getrennt werden kann. Der Boden und die Wände der Buca del Piombo bestehn aus rothem dünngeschichtetem, mit rothem Mergel wechselndem Ammonitenkalk, die Decke aus Majolica. Die frühere, auf der Aehnlichkeit der Steinart beruhende Zusammenstellung der *Majólica* mit dem *Biancone* der venetianischen Gebirge wäre demnach eben so wenig, als die Vereinigung der rothen Ammonitenkalksteine beider Gegenden, festzuhalten.

3. Flyschähnliche Gesteine.

Längs dem südlichen Fuss der alpinen Gebirge erstreckt sich von Lecco bis Como eine Niederung, die zum Theil mit kleinen Seen und Torfmooren bedeckt ist; man kann sie als Ueberreste eines Seearmes betrachten, der früher die Halbinsel vollständig vom Festlande abgetrennt haben mag. Zwischen dieser Niederung und der lombardischen Ebene erhebt sich ein meist bewachsenes Hügelland, dessen Steinarten mit denjenigen, die wir bei Brescia und Bergamo in ähnlicher Stellung gefunden haben, vollständig übereinstimmen. Es lassen sich, nach Villa, drei Gruppen unterscheiden:

a. *Gruppe von Rógeno.* Sandige und glimmerige Kalksteine und dichte Sandsteine, von Macigno oder Flyschsandstein nicht zu unterscheiden, grau, gelb oder blass roth; deutlich stratificirt; zuweilen, dem Bandjaspis ähnlich, mit abwechselnden dunkeln und hellen Streifen, oder, wie der Ruinenmarmor von Florenz, mit eckigten gefärbten Suturen. Durch Verwitterung sich mit einer rostbraunen Kruste bedeckend, sogenannter *Cornettone;* oder durch vielen graulichweissen Glimmer in dünne, aber fest verbundene Straten abgesondert, *Ceppo argentino;* die Ablosungen oft auch mit kohligten Theilen bedeckt. Als sehr feinkörnige Sandsteine zu Schleifsteinen geeignet. Oefters Knollen von

Schwefelkies einschliessend, oft durch Knollen von Kalk oder Sandstein, die nicht selten die Gestalt von Alcyonien, Ascidien, Serpulen, Bivalven annehmen. Mit Sicherheit glauben die Villa in den mittleren Lagern *Reteporen*, *Gorgonien*, *Lumbricarien*, *Korallen* und den Abdruck von Rippen erkannt zu haben, die sie einem *Hyleosaurus* zuschreiben. Durch die ganze Masse zerstreut, besonders aber in den oberen, mehr sandigen und merglichten Lagern, die häufig als Bausteine gebrochen werden, findet man Fucoiden, die Balsamo-Crivelli als *F. intricatus*, *F. æqualis* und *F. cylindricus* bestimmt.

Es liegt diese Gruppe dem rothen Kalk von Erba am nächsten. Bereits am Nordrande der Niederung zeigt sie sich, westlich von Suello, wie es scheint unmittelbar dem rothen Kalk aufgelagert; zu beiden Seiten des See's von Annone bildet sie niedrige Hügel; südlich vom See von Pusiano liegen die Steinbrüche von Rógeno.

b. *Gruppe von Brenno und Sirone.* Es besteht diese Gruppe aus merglichten Kalksteinen, Mergelschiefern, Sandsteinen und Conglomeraten, die man zum Theil bis vor wenigen Jahren als tertiäre Molasse und Nagelfluh betrachtete. Das Conglomerat ist nicht überall von gleicher Art. Am Hügel der Ruine von Baradello bei Como sind Geschiebe von Granit, oft mit grossen Zwillingen, Syenit und analogen Gesteinen, nahe übereinstimmend mit den Steinarten des Bergell und seiner südlichen Gebirge vorherrschend, Kalk zeigt sich selten, wenn je, der Durchmesser der Geschiebe erreicht zuweilen 1 m., das Cement ist ein fester Sandstein. Am vereinzelt stehenden Hügel Montorfano, bei Sirone und am M. Genesio, wo überall das Conglomerat zu sehr geschätzten Mühlsteinen gebrochen wird, sind die Geschiebe meist Quarz, Hornstein, grauer und schwarzer Kalk, während Granit und Gneis fehlen; die Geschiebe erreichen selten die Grösse eines Hühnereis, das Cement ist zuweilen fast reiner Kalkstein und als solcher, am Montorfano, auch in untergeordneten Lagern ausgesondert. Das granitische Conglomerat des Baradello stimmt vorzugsweise mit unserer Nagelfluh, der es begleitende Sandstein mit der Molasse überein, während das Conglomerat von Sirone eher den

im schweizerischen Flysch vorkommenden Conglomeraten (Hohmattgrund, Fenerstein), oder der Nagelfluh der Bänchlen und Lochseite im Entlebuch zu vergleichen ist. — Die merglichten Kalksteine und Mergelschiefer, welche die Hauptmasse bilden und besonders in der Umgehung von Brenno entwickelt sind, zeigen hellgraue, zuweilen fast weisse, seltener grüne und rothe Farben, und sind von dem Alberese des Apennins oder manchen Mergelschiefern des Flysch nicht verschieden, so wie die mit ihnen wechselnden Sandsteine ganz mit Macigno und Flyschsandstein übereinstimmen.

Wir sind von Brescia her, längs dem Fusse der Alpen, überall dieser Bildung begegnet, und schon am Ausgang der V. Trompia hat uns die Behauptung, dass darin Ammoniten zugleich mit Fucoiden vorkommen, in Verlegenheit gesetzt. Die paläontologischen Schwierigkeiten steigern sich in der Brianza noch beträchtlich. Die Mergelschiefer, Kalksteine und Sandsteine enthalten die gewöhnlichen *Fucoiden* der toscanischen und schweizerischen Flyschgesteine, *F. intricatus*, *F. æqualis*, *F. Targionii*, nebst anderen Pflanzenüberresten, die in diesen ebenfalls vorkommen. Diesen Fucoidengesteinen sind Bänke mit *Nummuliten* eingelagert, und beide scheinen derselben Formation anzugehören. Es lässt sich der Wechsel von Macigno, rothem Mergel, Nummulitenkalk, in beinah verticaler Lagerung, am Ufer der Adda, zwischen Imhersago und Paderno mit grosser Deutlichkeit beobachten. Die hier in Menge vorkommende *Nummulina regularis Rüt.* findet sich auch im eocenen Nummulitenkalk der Fähnern in Appenzell, in den Gebirgen von Schwyz, am Faudon bei Gap und am See von Lauzanier. Als Einlagerung erscheint daselbst auch dieselbe Nummulitenbreccie, die wir längs der ganzen Erstreckung dieser Gesteine, bei Mosciano, Gassino, Thones, an den Voirons und in Südbaiern kennen gelernt haben. Bei Centémero sieht man die Nummulitenbreccie einem Conglomerat von Kalk- und Kieselgeröllen zum Cement dienen und, nebst den Nummuliten, enthält sie daselbst auch Trümmer von *Crinoiden*, *Cidariten*, *Pectiniten*, *Austern*, *Fischzähne*. Wie der Granitmarmor in Baiern, würde sie sich vorzüglich zur Politur und zu architektonischer Verzierung eignen. — Bei Brenno

sind mit den Fucoiden nicht nur Nummuliten, sondern ächte Kreidepetrefacten verbunden, *Inoceramus Cuvieri*, *I. Lamarckii*, *I. Brongniarti*, auch *Terebrateln*, *Ammoniten* und *Scaphiten*. Das Conglomerat von Sirone und Montorfano schliesst verschiedenartige Rudisten ein, die D'Orbigny zum *Turonien* zieht, wie *Hippurites bioculata*, *H. organisans*, *H. sulcata*, und zugleich die *Acteonella gigantea*, die mit den Inoceramen dem *Senonien* angehört. Es sind die Organismen von vier, allerdings unmittelbar auf einander folgenden Altersstufen, des Turonien, Senonien, Suessonien und der Fucoidenbildung, wunderbar in derselben Gesteinsmasse vereinigt.

c. *Gruppe von Viganó.* An den Kies und die diluvialen Bildungen der Mailändischen Ebene grenzen, am Südrande des Hügellandes, glimmerige Flyschsandsteine, die man *Molasse* oder *Moléra* nennt und als ausgezeichnete Bausteine in grosser Menge ausbeutet. Der Stein ist hell bis dunkelgrau, grob- oder feinkörnig, mehr oder weniger merglicht, bald mit dem Molassebaustein von Bern oder Luzern, bald mit den Steinen von Sievering bei Wien besser übereinstimmend. Fucoiden und Pflanzenstengel fehlen nicht, sind aber doch seltener, als in den vorigen Gruppen. Bei Romanó enthält der Sandstein Spuren von Lignit.

Eine constante Aufeinanderfolge dieser drei Gruppen ist kaum anzunehmen; die Gesteine von Rógeno und Viganó können als identische und die Conglomerate als stockförmige Einlagerungen betrachtet werden. An der Strasse von Como nach Chiasso hat schon de la Bêche das Conglomerat von Baradello mit S Fallen unmittelbar dem vertical stehenden grauen Kalk mit Kieselknauern aufgelagert gesehn; an anderen Stellen liegt das Conglomerat auf Sandstein; am Baradello, bei Sirone und an vielen anderen Orten wird es von Sandstein oder Mergelkalk bedeckt. Nicht selten stehn die verschiedenen Steinarten vertical neben einander, wie im Durchschnitt der Adda, oder die Schichtung ist mehrfach gewunden, geknickt, verworfen, Streichen und Fallen ändern in geringen Entferungen. Der grösste Theil dieser schönen Landschaft ist aber mit reicher Vegetation bedeckt, man sieht den Fels beinah nirgends entblösst,

als in den, allerdings zahlreichen Steinbrüchen und in den Stromthälern, so dass die Ausmittlung der Lagerungsverhältnisse keine leichte Aufgabe und in vielen Fällen unmöglich ist.

Die Frage über die Altersstellung dieser Bildung ist gewissermassen eine allgemeine theoretische. Ihre Beantwortung hängt ab von der Entscheidung, ob es erwiesen sei, dass Rudisten, Inoceramen und Cephalopoden die jüngste Kreide nicht überlebt haben, oder dass die Fucoiden des Flysch und Nummuliten nicht früher, als man gewöhnlich annimmt, aufgetreten seien. Die neueren Erfahrungen in den nördlichen Kalkalpen belehren uns überdiess, dass in denselben, und zwar vorzugsweise am äussersten Nordrande, ein Durcheinanderschieben verschiedenartiger Formationen statt findet, von dessen Verwicklung man bis jetzt keine Ahnung hatte, und es ist sehr wahrscheinlich, dass am Südrande der grösste Theil der paläontologischen Schwierigkeiten auf ähnlichen Verhältnissen beruht. Soll man daher einstweilen das Hügelland der Brianza in das geologische System einordnen, so geht man wohl am sichersten, wenn man sich nicht an Einzelheiten, sondern an den vorherrschenden Charakter der Bildung hält. Dieser ist offenbar ein eocener; die Steinarten und verbreitetsten Petrefacten sind die der Flysch- und Nummulitenbildung. Von der jüngeren Kreide, wie sie weiter östlich, in der Scaglia des Vicentinischen, auftritt, ist doch Alles, was man hier sieht, sehr verschieden. Erst in den Gebirgen von Belluno finden wir Gesteine, die allerdings mit dem Conglomerat von Sirone grosse Analogie zeigen und, wie dieses, Hippuriten der jüngeren Kreide und die Acteonella gigantea enthalten. Eine dem Hügelland von Como ganz ähnliche Bildung taucht aber auch am Südrande der Ebene von Mailand, in den Hügeln von Casale und des Montferrat, hervor, es sind dieselben Flyschgesteine mit Fucoiden, dieselben Nummulitenbreccien, ähnliche Mergelkalksteine und Kalkconglomerate, und es ist wohl naturgemässer, den Anhaltspunkt hier in der Nähe, statt jenseits der Etsch zu suchen. Will man jedoch die Ueberreste älterer Formationen auch in Betracht ziehn, so ist nicht zu verkennen, dass die Hippuritencon-

glomerate und die Kalksteine mit Inoceramus näher am Alpenrande vorkommen, als die Nummuliten und Fucoidengesteine, so dass, mit Berücksichtigung der vielfachen Biegungen und Verwerfungen, sich die gewöhnliche Altersordnung dennoch vielleicht fest halten lässt.

4. Jüngere Tertiärbildung.

Es haben sich bis jetzt in der Brianza keine Spuren der marinen Subapenninenbildung gezeigt. Collegno glaubt aber eine wenig ausgedehnte, bei 15 m. mächtige Bildung von blauem Thon, welche bei Lenno und Menaggio, gegenüber Bellaggio, zu Ziegeleien benutzt wird, als eine Süsswasserablagerung der jüngeren Tertiärzeit betrachten zu sollen. Spuren derselben zeigen sich auch bei Bellaggio, im Park der Villa Melzi. Schlecht erhaltene Dicotyledonenblätter sind die einzigen organischen Ueberreste, die man bis jetzt gefunden hat. Der Thon wird bedeckt von den Trümmermassen der Dolomitfelsen. Er liegt horizontal bei Menaggio; bei Lenno lehnt er sich in steil geneigten Schichten an den Dolomit und geht in der Höhe in Sand über.

5. Westliche Gegenden.

Die Kalkstein-, Granit- und Porphyrgebirge zwischen dem Comersee und Ortasee sind durch die geistvolle Beschreibung und die Karte, die wir v. Buch verdanken, allgemein bekannt; über ihre Fortsetzung bis Biella belehren uns die fleissigen Arbeiten von Sismonda; über das Kalkgebirge von Mendrisio nnd Varese erscheint so eben eine Abhandlung von Brunner. Wir können daher den bisherigen Weg der Detailbeschreibung verlassen nnd die von unseren berühmten Freunden und von uns gewonnenen Resultate systematisch geordnet zusammenzustellen suchen.

1. Porphyre und Granit.

Der mächtige Zug verschiedenartiger Porphyre und Granite zeichnet diese westlichen Gegenden vor allen bis jetzt in der südlichen Nebenzone durchwanderten aus, und scheint uns, nach langer Unterbrechung, wieder die Erscheinungen von Predazzo und Agordo vorführen zu wollen. In einer Geologie dieser Gebirge gebührt ihnen jedenfalls der erste Rang.

Die Steinarten, von denen die Rede ist, zerfallen in drei Gruppen.

1. *Rothe, quarzführende Porphyre.* Vorherrschend roth und mit den rothen Porphyren in Südtyrol, am l'Esterel, in Schottland und anderen Gegenden übereinstimmend. Eine häufig vorkommende Abänderung (Maroggia) zeigt eine blass rothe Grundmasse, ziegelrothe Orthoklaszwillinge, stark glänzende glasige Quarzkörner, Glimmer nur in grünlich schwarzen Pünktchen, oder einzelnen Blättchen. Eine andere (Capolago) hat eine dunkel rothbraune Grundmasse, wenige kleine gelblich weisse Orthoklastheile, einzelne wasserhelle Albitkryställchen und glasige Quarzkörnchen; nahe übereinstimmend mit dem Porphyr, der so häufig als Geschiebe im Verrucano vorkommt. Noch andere Abänderungen sind beinah weiss, andere grau. Im allgemeinen ist die Grundmasse vorherrschend, und Porphyre mit so dicht gedrängten helleren Feldspathkrystallen und Quarzkörnern in beinah verschwindender dunkelrother Grundmasse, wie man sie in den angeführten Gegenden findet, sind mir nicht vorgekommen. Es ist jedoch fast überall der Fels so tief hinein zersetzt, dass es selten gelingt, frische Stücke zu erhalten.

2. *Rothe, drusige Granite.* Das Gestein von Figino, und Val Gana. Offenbar eine Abänderung des rothen Porphyrs, dessen Feldspathteig sich vollständig krystallinisch entwickelt hat; nur der Quarz ist etwas verschieden. Hochrother Orthoklas und weisser durchscheinender Quarz sind die Hauptbestandtheile, der dunkelgrüne Glimmer zeigt grössere, unregelmässig begrenzte Blättchen, ist aber stets zurückgedrängt. So vielen Raum beinah, als die feste Masse,

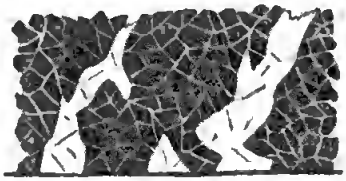
nehmen die Drusen ein, mit auskrystallisirtem Quarz und Orthoklas und diesem anfsitzendem Albit, selten mit büschelförmigen Aggregaten von schwarzem Turmalin. Diese Drusen sind nicht abgeschlossen, wie in Mandelsteinen; sie entstehn durch weiteres Auseinandertreten der in den festeren Partie'n dichter verwachsenen Krystalle.

3. *Schwarze, quarzlose Porphyre.* Schwarze, dunkelgraue oder schwarzgrüne Grundmasse, mit kleinen gelblich weissen oder wasserhellen Albitkrystallen; auch wohl dunkel und hellgrüne, dichte nnd späthige Theile innig verwachsen. Bei Capolago ist das Gestein ohne Krystalle, eine grünlich schwarze dichte Masse, mit splittrigem Bruch, an Serpentin erinnernd. Häufig ist dichter hellgrüner Epidot eingemengt, in zarten Aederchen mit der Grundmasse verwachsen, oder in grösseren Streifen ausgesondert, und offenbar bildet er in vielen Fällen einen wesentlichen Bestandtheil. Zuweilen kommen Adern von Braunspath vor. Oft auch fallen dunkel rothhraune Flecken in's Auge, wie eckigte Trümmer von Jaspis, oder von der Grundmasse des rothen Porphyrs, die innig mit dem schwarzen Gestein verschmolzen wären; die Grenze beider Farben ist unklar, nnd die farblosen Alhitkrystalle kommen in beiden vor. Nicht selten ist jedoch die hreccienartige Beschaffenheit deutlicher entwickelt, und die Steinart ist wie ans eckigten Trümmern ihrer eigenen schwarzen Masse, oder ans rothbraunen und Epidot haltenden grünlich schwarzen Stücken zusammengebacken. — Fournet hält alle diese schwarzen und dunkelbraunen quarzlosen Gesteine für nmgewandelte, zum Theil in Porphyr übergegangene Sedimentgesteine, und wohl mag er Recht haben. Es sind dieselhen Steinarten, welche den Gipfel des Ben Nevis hilden; sie gehn auch dort aus schwarzem Porphyr, gedrängt voll von Feldspath- und wohl auch Hornblendkrystallen, in Breccien und Sandsteine über. Gewöhnlich zeigt sich die Breccienstructur nur an der verwitterten Anssenfläche, nnd das Innere erscheint vollkommen homogen. Noch vollständiger ist die Uehereinstimmung mit den schwarzen Gesteinen in Glen Coe. Auch in diesen ist Epidot ein nie fehlender Bestandtheil, und dunkel rothhraune Partie'n sind mit schwarzen verwaschen.

Handstücke aus Schottland und vom Luganersee lassen sich nicht unterscheiden. Die schottischen Geologen sind aber geneigt, sowohl das Trapp ähnliche Gestein des Ben Nevis, als dasjenige des Glen Coe als metamorphische Bildungen zu betrachten. — Eben so gross, wie mit Trapparten der schottischen Hochlande, ist die Aehnlichkeit mit vielen schwarzen Gesteinen in Südtyrol, mit dem dunkeln Porphyr, der die obere Masse des M. Mulatto bei Predazzo bildet, mit den ihm entsprechenden schwarzen Felsarten oberhalb Canzocoli.

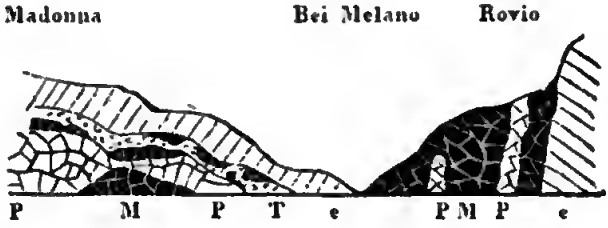
Der Trapp in Glen Coe wird bis an die obere Kante der Felswand von verticalen Porphyrgängen durchsetzt, die in der Höhe sich zum Theil über ihm auszubreiten scheinen, die Grundlage aber des romantischen Felsthales besteht aus rothem und weissem Granit. Abänderungen dieser Granite, die ich bei Kingshouse schlug, sind von dem Granit von Baveno nicht zu unterscheiden. Am Ben Nevis lässt sich der rothe Granit, aus rothem Orthoklas, weissem Albit, Quarz und dunkelgrünem Glimmer bestehend, rings um den Felsstock herum verfolgen. Nach der oberen Grenze hin geht das Gestein allmählig in rothen Porphyr über, und wohl möchten sich, bei näherer Untersuchung, auch Gänge finden, welche in das schwarze Gestein des Gipfels eindringen. In den Graben oberhalb Canzocoli und an den Abstürzen des M. Mulatto ist das gangartige Aufsteigen des rothen, auf seinen Ablosungen oft mit schwarzem Turmalin bedeckten Granits in die höhere schwarze Masse bis in die zartesten Adern und Trümmchen zu verfolgen.

Am Luganersee ist ein gangförmiges Eindringen des rothen Porphyrs in den schwarzen vorzüglich bei Maroggia, im Ansteigen auf der schönen Strasse nach Arogno, und in dem Tobel hinter Melano zu beobachten. Der nörd-



lichste Gang bei Maroggia, am Fuss des Gebirges, ist bei 5 m. mächtig, und steigt vertical durch den schwarzen

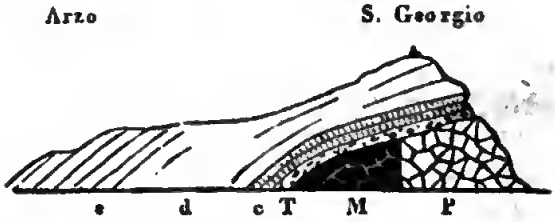
Porphyr aufwärts. Ein anderer, bei 10 m. mächtig, breitet in der Höhe sich beträchtlich aus. Zwei andere Gänge, näher am Dorfe, 3 m. bis 4 m. mächtig, sind in der vorigen Figur dargestellt.



M Schwarzer Porphyr. T Conglomerat.
P Rother Porphyr. e Schwarzer Kalkstein.

In dem Tobel von Melano sieht man einen liegenden Gang an der westlichen Felswand, auf welcher die Kirche der Madonna steht, mehrere verticale Gänge an der nördlichen, unterhalb dem Dorfe Rovio. Ueber dem liegenden folgt eine Zone von Breccie und Conglomerat, mit Stücken von schwarzem und rothem Porphyr, denen sich an der oberen Grenze auch Kalktrümmer beimengen; dann eine Decke von steil S fallenden, an dem Conglomerat sich abschneidenden Kalklagern, und auch bei der Madonna und auf der anderen Seite dieses Ausläufers zeigt sich die Schichtung des Kalks sehr gestört, der Kalk selbst aber unverändert. So auch an der östlichen Wand des Tobels, an welcher der schwarze Porphyr vertical abschneidet. Er bildet die Vorstufe des M. Generoso, auf welcher Rovio und Arogno stehn und wird auch auf der Höhe noch von Gängen rothen Porphyrs durchzogen. Die steile Kalkwand, welche diese angebaute reiche Terrasse gegen Morgen begrenzt, scheint aber bis nach Campione senkrecht an dem schwarzen Gestein in die Tiefe zu setzen. Veränderungen des Kalksteins an der Grenze, oder eindringende Gänge von Porphyr werden nirgends sichtbar. Der Kalk ist schwarz und dicht, deutlich geschichtet; er enthält Knauer von Feuerstein und auch Petrefacten.

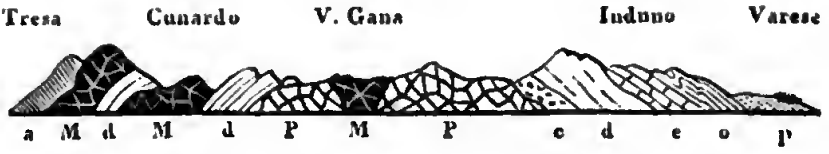
Gegenüber Melano zeigen sich beide Porphyre am Abfall des M. S. Georgio gegen Riva. Der Graben,



M Schwarzer Porphyr. e Sandstein.
R Rother Porphyr. d Dolomit.
T Porphyrconglomerat. c Kalkstein.

der hinter der nördlichen Kirche des Dorfes nach einer Terrasse des Abhangs ansteigt, wird auf der Südseite von schwarzem Porphyr eingefasst. Es ist ein festes, von Braunspathadern durchzogenes Gestein, das in verwitterten Blöcken jedoch als Breccie erscheint. Die Nordseite besteht aus rothem Porphyr. In der Höhe geht auch dieser in eine Breccie eckiger, durch rothen Thon verkitteter Trümmer über, und noch höher wird dieselbe zu einem Conglomerat wenig abgerundeter Porphyrtrümmer, die ohne Spur von Schichtnng in einem lockeren rothen Sandsteine liegen. Man befindet sich an der unteren Grenze des Sedimentgebirges, die Trümmer verlieren sich in dem Sandstein, es stellt sich Schichtung ein, mit sanftem S Fallen, dann bleibt auch die rothe Farbe zurück, weisse Sandsteinbänke von bedeutender Mächtigkeit, fein- und kleinkörnig, wechseln mit Sandsteinschiefer und halten an bis auf die Höhe der Terrasse. Noch höher folgt, mit gleichem Fallen, Kalkstein, dessen obere Massen, am südlichen Abfall des Gebirges, den schönen Marmor von Arzo, Saltrio und Viggiù liefern.

Man durchschneidet die Porphyre und Granite in ihrer grössten Ausdehnung auf dem Wege durch Val Gana nach der Tresa; aber die Zerstörung des Gesteins und die üppige Vegetation lassen nur selten Berührungsstellen der verschiedenartigen Gesteine beobachten. Am Eingang des Thales, von Induno her, gegenüber dem S fallenden Dolomitberge der Madonna von Varese, wiederholen sich die Verhältnisse von Riva. Ein zerspaltener Dolomit, der wie Kies zum Unterhalt der Strasse gegraben wird, ist das erste Gestein, das die um die Bergecke sich herumziehende Strasse



a Glimmerschiefer.
M Schwarzer Porphyr.
P Rother Porphyr und Granit.
c Rother Sandstein.
d Kalk und Dolomit.
e Grauer und rother Kalk.
o Flysch.
p Subapenninenbildung.

durchschneidet. Das Fallen ist ebenfalls nach S. Unter ihm liegen weisse und rothe Thonlager, dann fein- und grobkörnige Sandsteine, und nach wenigen Schritten steht man an Felsen von rothem Porphyr, oder dem mit ihm verbundenen rothen, drusigen Granit, die auch hier als tiefste Grundlage auftreten. Die hochrothe Färbung aller umliegenden Hügel, und die vielen Blöcke, die an den Abhängen liegen, zeugen von der grossen Verbreitung der Steinart, worin, in dieser Gegend, Schwerspathgänge vorkommen. Erst bei Gana nehmen diese rothen Gesteine ein Ende. Die Mauern und Trümmer bestehn nun aus schwarzem Porphyr und schwarzen Conglomeraten und Tufen, der ganze Hügel östlich von Gana scheint von schwarzem Gesteine gebildet. Aber bald werden sie wieder verdrängt durch die rothen, der hohe Kegel zwischen Gana und Ghirla ist rother Granit, und erst bei Ghirla verlässt man denselben. Es erscheint wieder Dolomit und Kalk, in N fallenden Schichten, und anhaltend bis in die Nähe von Cunardo, wo bald andere Steinarten die Aufmerksamkeit auf sich ziehn.

Der M. Brnciato, der von hier sich nach Grantola erstreckt, besteht aus dem merkwürdigen, durch von Buch vortrefflich beschriebenen Porphyrtuf, mit Trümmern von schwarzem Pechstein, die im vorigen Jahrhundert für Schlacken vulcanischer Laven gehalten wurden. Der Irrthum ist leicht verzeihlich. Alle Stücke sind mit einer ziegelrothen oder braunen Rinde umgeben und Lavatrümmern, die man aus dem Boden von Rom oder Neapel ausgräbt, sehr ähnlich; der innere Kern ist ein stark firnisglänzender schwarzer Pechstein, den man wohl einem vulcanischen Glas vergleichen durfte. Die Rinde enthält eine Menge kleiner gelblich

weisser Feldspathkrystalle, wahrscheinlich Albit, wodurch die Steinart dem schwarzen Porphyr dieser Gegenden nahe gestellt wird. Das Conglomerat enthält auch viele Trümmer von gewöhnlichem schwarzem Porphyr, sein Cement ist der schwarze und braune knollige Thon, der auch bei Melano und an anderen Stellen oft die Oberfläche des Porphyrs bildet, und ein hoher Berg dieser Steinart, der M. Argentera, steht unmittelbar damit in Berührung. Als Grundlage des Porphyrs zeigt sich, rings um den Berg herum, und bis in beträchtliche Höhe ansteigend, S fallender Glimmerschiefer, worin Gänge von silberhaltendem Bleiglanz und Spatheisen bearbeitet worden sind. Trümmer von Glimmerschiefer, von rothem Porphyr und Granit kommen auch häufig in dem Pechsteinconglomerat vor. Auf dem Porphyr liegt dichter schwarzer Kalkstein, deutlich geschichtet. Die Folge der drei Formationen lässt sich an dem, sonst meist bewachsenen Berge gut beobachten an dem Wege von Fabiasco nach einer in der Höhe stehenden Kapelle.

Die hohen Kalk- und Dolomitgebirge des M. Beuscer und das Thal der Margorabbia scheinen die Porphyre ganz abschneiden zu wollen; nur bei Mesenzano zeigt sich schwarzes Conglomerat, auf der linken Seite des Thalbaches. Wo sonst in der reich cultivirten Gegend, zwischen dem Gneis und Glimmerschiefer der Mittelzone und der Ebene, der Fels sich zeigt, ist es Kalkstein. Am unteren Lago Maggiore tritt aber der rothe Porphyr von neuem unter der Kalkdecke hervor. Angera steht auf einem Hügel von steil S fallendem Kalk, nördlich von demselben sind die Hügel geröthet von zersetztem Porphyr. Und auch am westlichen Ufer, bei Arona, erscheint derselbe, wohl eine halbe Meile breit, zwischen dem Kalkfelsen und dem Glimmerschiefer, und setzt über Invorio nach Orta fort. Fast überall ist der Stein tief hinein zerstört, in Grus zerfallen; zum Theil auch ist er in einen rothen, oder durch Auswaschung des Eisens weissen Thon übergegangen. Der Glimmerschiefer bei Orta fällt mit etwa 60° nach S.50 O und scheint demnach unter dem rothen Porphyr zu liegen, auf welchem der alte Thurm bei Bissone steht.

Noch einmal gewinnen diese Gesteine eine mächtige

Entwicklung in dem Hügelland von Borgosesia und Crevacuore. Die Sesia fliesst bis nach Romagnano nnd Gattinara, wo sie die Ebene erreicht, zwischen Porphyrhügeln, das Thal der Sessera bei Crevacuore ist ganz von ihnen umschlossen. Die Farbe des Bodens und der Trümmer ist vorherrschend roth, man sieht aber auch grüne, graue, braune bis schwarze Abänderungen. Der Quarz zieht sich zum Theil ganz zurück; man sucht oft vergebens nach einem Quarzkorn selbst in hochrothen Stücken, viele bestehn nur aus der rothen dichten Grundmasse und ausgesondertem Orthoklas. Dunkle Abänderungen sind dann von schwarzem, quarzleeren Porphyr kaum zu unterscheiden. — Auch Sismonda hat schon auf diesen Uebergang quarzführender in quarzleere Porphyre in diesen Gegenden aufmerksam gemacht; doch bezeichnet er noch einzelne Massen als wahre Melaphyre. Den schwarzen Gesteinen des Luganersee's steht offenbar das Gestein sehr nahe, das an der Strasse von Biella nach der Madonna d'Oropa in enger Verbindung mit Serpentin auftritt (S. 297). In der grünlich braunen bis schwarzen Grundmasse glänzen viele Feldspaththeile, aber Augit oder Hornblende sieht man nicht. Die Steinart zerfällt durch ungleiche Cohäsion ihrer Masse in knollige Trümmer und erhält hierdurch ein Conglomerat ähnliches Aussehn; ein Theil derselben ist aber auch wirklich ein Conglomerat, mit eingeschlossenen Trümmern, vorzüglich von Glimmerschiefer, und auch wohl von Serpentin und quarzführendem Porphyr, und die Analogie mit den Gesteinen von Melano und Cunardo bestätigt sich demnach auch von dieser Seite.

Es wäre für jetzt wohl ein hoffnungsloser Versnch, alle die aufgezählten Thatsachen durch eine gegen jeden Einwurf gesicherte Theorie unter sich in Zusammenhang setzen zu wollen. Das schwarze Conglomerat enthält Trümmer von rothem Porphyr, und Gänge von rothem Porphyr durchsetzen den schwarzen. Das Conglomerat erscheint daher als die jüngste der drei Bildungen, sein Porphyr als die älteste, und doch ist es mit diesem so innig verbunden, dass beide nur Eine Masse bilden und gleichzeitiger Entstehung scheinen. Die schwarze Steinart ferner trägt vielfache Spuren

eines metamorphischen Ursprungs; welches aber die Grundmasse sei, aus dem sie hervorgegangen, wird eben so wenig klar, als durch welche Einflüsse die Umwandlung bewirkt worden sei. Der schwarze Porphyr ist offenbar jünger als das Kalkgebirge, und doch vermisst man in der Regel Kalkgerölle in seinen Tufen und sichere Spuren von Einwirkung des Porphyrs auf den Kalk. Der rothe Porphyr erscheint dagegen als die wahre und ältere Grundlage des Kalkgebirges und doch bildet er Gänge im schwarzen Porphyr. Es bietet indess jedes Gebirge, in welchem verschiedenartige plutonische Gesteine mit Sedimenten in Berührung stehn, zu ähnlichen Verlegenheiten reichlich Stoff; wir begegnen ihnen in Südtyrol, in Norwegen, in Schottland, und wir dürfen uns nur freuen, dass der Reiz geologischer Untersuchungen noch viele unserer Freunde und Nachfolger in diese, von der Natur mit ihrem reichsten Schmuck ausgestattete Gegenden führen wird.

2. Aeltere Kalk- und Dolomitgebirge.

Die Hauptmasse der Gebirge, die sich vom unteren Comersee nach dem Lago Maggiore erstrecken, besteht offenbar aus derselben, stets zwischen Kalk und Dolomit schwankenden Bildung, die wir in allen Thälern der Bergamaskergebirge und auch am Comersee, zwischen dem Verrucano und dem rothen Ammonitenkalk, gesehn haben. Es ist, bald ein hell- bis dunkelgrauer und schwarzer dichter oder feinkörniger Kalkstein, bald ein geschichteter dunkelgrauer, bald ein fast weisser verwachsen körniger Dolomit mit Braunspathdrusen, gleich dem von Fassa und Agordo; und im letzteren Falle zeigen auch die kühn aufgeworfenen, nackten und zerspaltenen, von frischen Trümmerhalden umgebenen Gebirge auffallende Aehnlichkeit mit den südtyrolischen Kofelgestalten. Im Osten des Comersee's haben wir diese zackigten Felsgebirge im M. Vaccio zur Rechten des Oglio, im M. Alben zwischen V. Seriana und V. Brembana, im M. Grigna und Resegone kennen gelernt. Auf der Westseite umgibt der Dolomit die Hauptmasse des Porphyrs und Granits. Nördlich von derselben steigt der ausgezeichnete Kegel des S. Salvatore, 930 m., (S. 442) und die

Felskette der Monti Schieri empor; südlich der M. Robbio und M. Benscer, 1245 m. Ein schwarzer bituminöser Kalkstein, entsprechend demjenigen von Perledo, bildet den Kamm der Landzunge von S. Georgio, gegenüber Morcote, von Porto bis Brusin-Arsizio. Bei Besano sind demselben schwarze Schiefer eingelagert, so reich an Bitumen, dass man dachte, sie zur Gasbeleuchtung von Mailand zu benutzen (Collegno).

Die Altersbestimmung dieser Gebirge ist eine noch zu lösende Aufgabe. Die Petrefacten scheinen bereits am Comersee auf wenigstens zwei Formationen hinzuweisen: die eine der schwarze Kalk von Esino, Bellagio und Moltrasio, die andere der hellgraue körnige Kalk mit Steinkernen grosser Gasteropoden. Das Profil der Villa setzt den letzteren Kalk unter den ersteren, Curioni lässt umgekehrt den schwarzen Kalk mit Liasammoniten den tieferen Theil der Gebirge, den hellen mit Abdrücken von Gasteropoden die Gipfel bilden. Darf man diesem hellen Kalk auch denjenigen beizählen, worin Escher auf dem Resegone die vielen Isocardien fand, so wird die Ansicht von Curioni an dieser Stelle bestätigt, und auch die Aehnlichkeit der Kalksteine und Dolomite mit den am Südrande der Ostalpen so mächtig entwickelten spricht für dieselbe. Es ist aber leicht möglich, dass zweierlei Dolomite, der eine unter, der andere über dem schwarzen Kalk, vorkommen, da dieser selbst, wie die meisten Kalksteine dieser Gebirge, häufig in Dolomit übergeht. Es scheint im Hintergrund von V. Brembana und Seriana, der dolomitische Gasteropodenkalk unmittelbar dem rothen Conglomerat aufgesetzt, und wer dieses dem Bunten Sandstein beizählt, dürfte geneigt sein, jenen Kalk als Muschelkalk zu betrachten. Dieser zeigt sich jedoch, mit seinen gewöhnlichen, petrographischen und paläontologischen Charakteren weiter auswärts, und so dicht neben einander das Auftreten derselben Formation mit ganz verändertem Habitus anzunehmen, ist nicht rathsam. Das rothe Conglomerat ferner hat mit dem Bunten Sandstein wenig Anderes, als die Farbe gemein, sein ganzes Auftreten ist abnorm, und das Alter einer unbekannten Formation auf ihre Lagerung zu einer ebenfalls unbekannten zu

stützen, verträgt sich kaum mit einer gesunden Logik. Die Kalkgebirge der Bergamaskerthäler scheinen, im Allgemeinen betrachtet, ein grosses Kuppelgewölbe zu bilden, dessen Mitte in die Gegend des Gambacocciapasses fällt, wo die ältesten Bildungen hervortreten. Der südliche Abfall der Kuppel trägt die jüngeren Ammonitenkalksteine, der nördliche stösst an das vertical neben ihm aufsteigende Verrucanogebirge, der westliche wird vom See durchschnitten.

Nach dieser Ansicht hätten wir in den Gebirgen, die westwärts vom Comersee liegen, nur jüngere Kalkbildungen zu erwarten, und es ist allerdings noch keine Spur von Triaspetrefacten, oder auch nur von dem ausgezeichneten, rauchgrauen, in knollige Platten abgesonderten Muschelkalk der östlicheren Thäler bekannt geworden. In dem Gestein, das von Buch in der Nähe der Madonna von Varese gefunden hat, mit Kernen von Univalven, deren Schale durch Dolomitkrystalle ersetzt ist, kann man den Rostellarienkalk der V. Brembana nicht verkennen. „Eben daselbst, fügt von Buch bei, kommen Ammoniten vor aus der Familie der *Coronarii*, welche nur im Jurakalk vorkommen.“ Dasselbe Urtheil fällt von Buch über die Steinart des S. Salvatore bei Lugano. „Encrinitenglieder treten oft hervor, an der Oberfläche der verwitterten Schichten Trochus ähnliche Kerne, am Salvatore hinauf lange Fusus ähnliche Univalven, einige Madreporen. Es scheint so viel deutlich, dass der Kalkstein den Gliedern der Juraformation angehören müsse.“

Die oberen Massen dieser Gebirge enthalten jedoch entschiedene Liaspetrefacten. Die grossartigen Steinbrüche von Tremona, Arzo, Saltrio, Viggiù, welche sie liefern, liegen am Südabfall des M. S. Georgio, dessen S fallende Dolomitmassen unmittelbar dem Rothen Sandstein und Porphyr aufgesetzt sind, und auch die ausgebeuteten Kalklager fallen nach S. Der häufig als Marmor benutzte Kalkstein dieser Orte ist, bald hellgrau und zuweilen oolithisch, wie zu Viggiù, bald hell- bis dunkelgrau, dicht, wie zu Saltrio und Tremona, bald roth, gelb und weiss verwaschen, wie der *Brocatello* von Arzo, worin vorzugsweise, wie auch zu Saltrio und Tremona, die Petre-

facten gefunden werden. Es sind meist Terebrateln, ausserdem Pectiniten, und nur selten Ammoniten. Die hiesige Sammlung enthält, von Brunner gesammelt, von Merian bestimmt:

Lima Hermanni Voltz.
Pecten textorius Schl.
Spirifer rostratus v. Buch.
— *tumidus v. Buch.*
Rhynchon. tetraedra d'Orb.
Terebratula ornithocephala Sow.
Pentacrinus basaltiformis Mill.

Von Saltrio und Arzo führt Lavizzari, nach der Bestimmung von Balsamo-Crivelli, ausserdem an:

Belemnites acutus.
Nautilus striatus.
— *excavatus.*
— *lineatus.*
Ammonites obtusus.
— *fimbriatus.*
— *Bucklandi.*
Trochus ornatus.
Cardinia hybrida.
— *sulcata.*
Terebratula vicinalis.
— *triplicata.*
— *quadriplicata.*
— *lacunosa.*

Obgleich diese Arten nicht ganz zusammengehen, so gehören sie doch in der Mehrzahl, wie die bereits angeführten, dem unteren Lias an.

Auch am Nordabhang des M. Generoso fand Brunner:

Spirifer rostratus v. Buch.
— *tumidus v. Buch.*
Spirifer Walcottii Sow.
Rhynchon. tetraedra d'Orb.

Das früher am Comersee, zu Moltrasio, Bellagio und Esino, gewonnene Resultat, dass ein grosser Theil, wenn nicht die Gesammtmasse dieser Kalksteine und Dolomite, dem unteren Lias einzuordnen sei, wird demnach vollkommen bestätigt.

Nachdem der Kalk, in den mit reicher Vegetation geschmückten Thälern nördlich von Varese, sich noch einmal über einen breiten Bezirk ausgedehnt hat, scheint er durch die Spalte des Lago Maggiore ganz abgeschnitten zu werden, und nur ein schmaler Streifen setzt bei Arona nach Westen fort. Er bildet den felsigten Absturz gegen das Flachland und besteht aus einem hell- und dunkelgrauen,

sehr zerspaltenen Dolomit, mit Braunspathdrüsen, auch knauerartig, als ein durch Dolomitsand verküttetes Conglomerat runder und eckigter Dolomittrümmer. Gegen Invorio hin entwickelt sich dieses Conglomerat auch mannigfaltiger und enthält bei Até und Gozzano Trümmer von rothem Porphyr, und auch wohl von Glimmerschiefer und Granit. In geringer Entfernung tritt dann wieder der rothe Kalk von Arzo hervor, nach Sismonda, dem wir diese Thatsachen entnehmen, unter dem Conglomerat liegend. Sismonda sah ihn anstehend bei Gozzano, wo der Hügel, der die Pfarrkirche trägt, noch aus Conglomerat besteht, und fand in dem Kalke unbestimmbare Pectiniten, die *Terebratula crumena Sow.*, *T. hastata Sow.*, *T. spinosa Schl.*, *Strigocephalus Burtini Dfr.* Später jedoch erkannte er in dem letzteren Petrefact den *Spirifer rostratus v. Buch*, und da er selbst auch die Identität des Kalks mit dem von Arzo annimmt, so ist wohl kein Zweifel, dass die beiden Bergkalkterebrateln, bei näherer Ansicht, sich auch als Liasspecies erzeigen werden.

Die Kalkstein- und Dolomitmasse von Gozzano ist von dem Dolomit von Arona durch Porphyr getrennt, und weiter westlich stossen wir, meist auf dem Rücken der Hügel, noch auf mehrere vereinzelte Kalk- und Dolomitpartie'n. Eine beträchtliche Kalkmasse bildet den höheren Theil des M. Orlongo, wie Sismonda den Berg östlich von Borgosesia nennt, M. Fanaro, oder Finera, wie er Escher und mir genannt wurde. Der Kalk ist in seiner Hauptmasse schwarz und dickschiefrig, die Aussenfläche zuweilen braunroth, die Ablosungen mit Glimmerschüppchen bedeckt. Nach der unteren Grenze zu erscheint dichter dolomitischer, oder kiesliger Kalk und Dolomit, braun bis weiss, und an verschiedenen Stellen, besonders des Südabhanges, treten als Grundlage desselben rothe Conglomerate und grobkörnige Sandsteine hervor, aus Quarz und Porphyrtrümmern bestehend, die man als die Fortsetzung der, in gleicher Stellung, am Eingang der V. Gana und am See von Lugano vorkommenden, als Fortsetzung des Verrucano der Bergamaskergebirge, betrachten darf. Ein Streifen dieser, meist nur 1 bis 2 Meter mächtigen Gesteine trennt am Ausgang der Valduggia den Dolomit von dem hier weit verbrei-

teten, aber ganz zersetzten Porphyr. Auf der Colma, gegen welche die Dolomitkuppe des Berges in pralligen Felsen abfällt, scheint der Sandstein zu fehlen, und der Dolomit unmittelbar, mit steilem S Fallen, dem ebenfalls tief hinein zersetzten Gneis und Glimmerschiefer aufzuliegen. Man befindet sich bereits an der Südgrenze der Mittelzone. — Die westlichsten Massen von Dolomit sind auf den Höhen, an deren südlichem Fuss Crevacuore steht, dem Porphyr aufgesetzt.

3. Jüngeres Kalkgebirge.

Der Marmor von Arzo ist nicht der *Ammonitenkalk*, den wir in der Brianza, oberhalb Erba, verlassen haben; es fehlt dieser aber nicht, und er ist deutlich dem ersteren aufgelagert. Man findet ihn, als einen rothen merglichten Kalk mit vielen Feuersteinen, S fallend, am tieferen Abhang. Arzo selbst steht auf demselben, und er zieht von da, unter Saltrio durch, westwärts gegen Viggiù und Induno. Mit dem rothen Kalk wechselt bei Saltrio auch weisse *Majolica*. Zuletzt noch zeigt sich diese Bildung bei Gavirate und setzt, längs dem Westabfall des Campo de' Fiori, bis Laveno, und in den vorliegenden Hügeln bis an den See fort. Rother Kalk mit Feuerstein ist stets die charakteristische Steinart, die Majolica begleitet ihn aber fast überall, und man findet sie noch bei Laveno.

Organische Ueberreste sind aus diesen Gegenden nur wenige bekannt. Von Induno führt v. Buch den *Ammonites tatricus* und *A. polygiratus*, die *Terebratula dyphia* und *T. triquetra* an, welche für die Uebereinstimmung dieser Kalksteine mit den mitteljurassischen der venetianischen Alpen zeugen. Escher fand in dem rothen Feuersteinkalk von Arzo *Ammoniten* und *Pentacriniten*.

4. Flyschbildungen.

Es lassen auch diese Steinarten, Nummulitenkalksteine und Fucoidenschiefer, sich bis an den Lago Maggiore und selbst nach Piemont hinein verfolgen, und bis jetzt ist nicht bekannt geworden, dass die Einmengung von Hippuriten,

Inoceramen und Acteonellen, die in der Brianza uns in Verlegenheit setzte, sich vom Comersee weiter westwärts erstrecke.

Zwischen Como und Mendrisio tritt *Macigno*, dünnschiefrig, die glimmerigen Ablosungen bedeckt mit Kohlenflecken, an mehreren Stellen hervor; sehr deutlich bei Balerna. — Bei Induno liegt über S fallendem rothem Ammonitenkalk, in gleichförmiger Lagerung und petrographisch wenig verschieden, ein rother Mergelkalk mit Abdrücken von *Fucus intricatus*; dann grauer Mergelkalk, mit demselben Fucus, abwechselnd mit Macignoschiefern, bedeckt mit Glimmer und Kohlenflecken, und als Einlagerung zeigt sich auch die Nummulitenbreccie von Paderno.

Man findet dieselben Steinarten am See von Varese. Am Ausfluss eines von Morosolo her fliessenden Baches besteht ein 40 bis 50 m. hoher Absturz ausschliesslich aus schiefrigen Fucoidenmergeln, in der Tiefe blaulich grau, in der Höhe roth; die Bildung hat offenbar in dieser Gegend eine beträchtliche Verbreitung und Mächtigkeit. — Der See von Comabbio wird in NW durch einen Hügel von 80 bis 100 m. Höhe beherrscht, dessen Kalk ganz der von Paderno ist. Die Schichten sind 2 bis 3 m. mächtig und gegen S 60 W eingesenkt. An ihrer Oberfläche treten die Nummuliten deutlich hervor (Collegno).

Sismonda glaubt auch die merglichten Sandsteine, welche die Ostseite des M. Orlongo, am Ausgang der Sesia, bedecken, zu dieser Bildung zählen und in ihren vegetabilischen Abdrücken Fucoiden erkennen zu sollen.

5. Tertiärbildungen.

Die leicht zerstörbaren Mergel und Sandsteine der Subapenninenbildung scheinen am Südrande der Brianza zu fehlen, oder mit Vegetation bedeckt zu sein. Gegen Westen zu treten sie an verschiedenen Stellen hervor und an mehreren enthalten sie eine Menge gut erhaltene Conchylien, die mit den Arten von Asti und Castell'Arquato übereinstimmen.

Zwischen Induno und Varese wird bei der Folla, am Ufer der Olona, blauer Mergel gegraben, worin Schalen von *Arca antiquata*, *Pecten pleuronectes*, *Natica helicina* u. a. vorkommen.

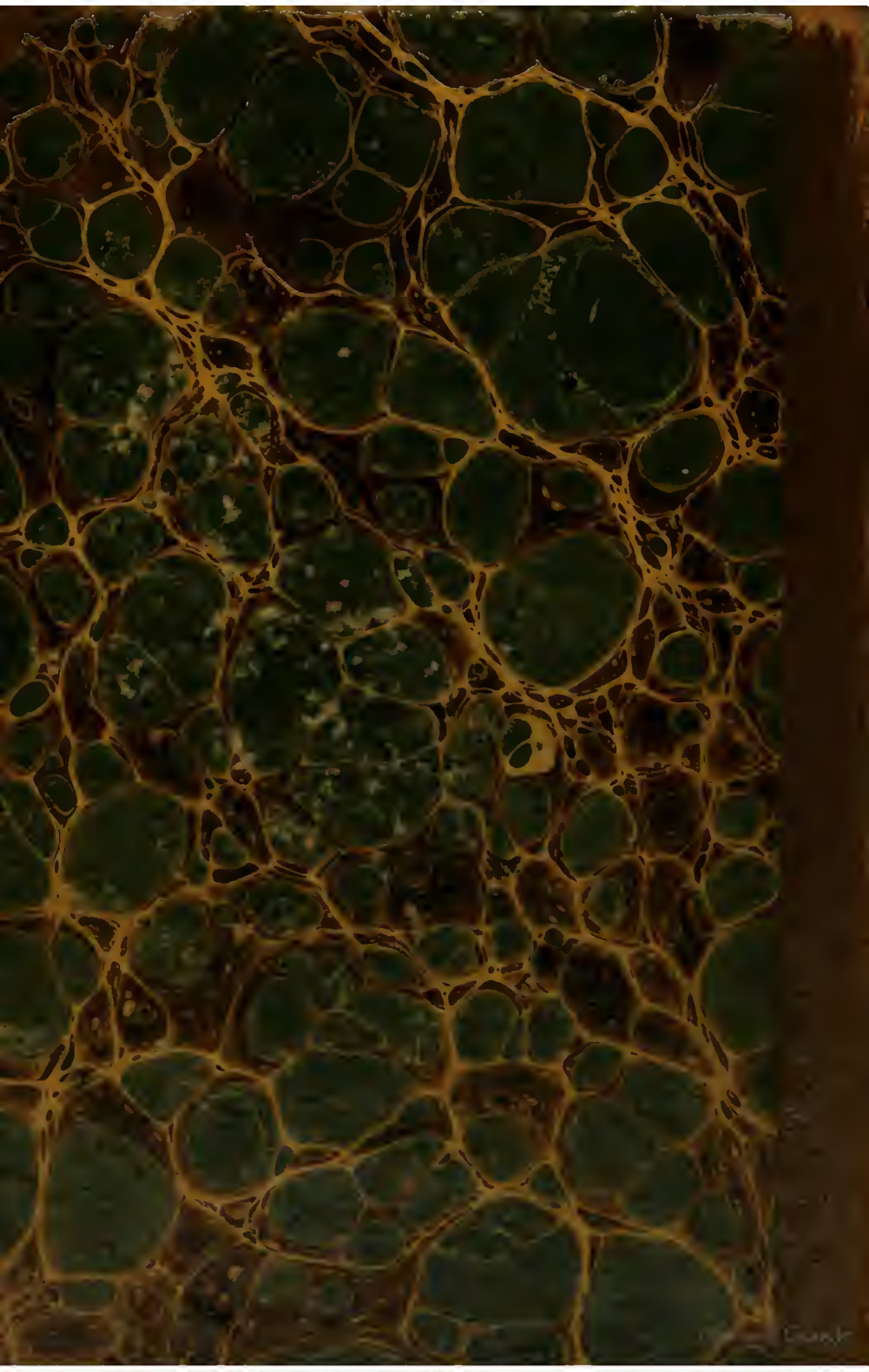
Auf der Westseite des Tessins hat Sismonda diese Bildung, als gelben Sand und blauen Mergel, in dem Hügelland des rothen Porphyrs, zwischen Borgomanero und Borgosesia, sehr verbreitet gesehn, unmittelbar, wie es scheint, dem Porphyr aufgesetzt. Mit vielen anderen Conchylien fand sich *Tellina complanata*, *T. tumida*, *Arca Noë*, *Pecten pleuronectes*. Unter gleichen Verhältnissen zeigen sich diese Ablagerungen auf der rechten Seite der Sesia, oberhalb Crevacuore. Die reichste Gegend zum Sammeln gut erhaltener subapenniner Conchylien ist aber die Umgebung von Masserano und westwärts bis Valdengo und Ronco, in der Nähe von Biella. Sismonda zählt, nur aus den Jahren der ersten Entdeckung dieser Fundorte, bei 80 Arten von Gasteropoden und 40 Arten Acephalen auf und seither haben dieselben sich noch beträchtlich vermehrt und viele Sammlungen bereichert. Die Conchylien liegen, wie bei Asti und Castell'Arquato, dicht gedrängt in blauem Thon, welcher von einer oft mächtigen Lage von gelbem Sand bedeckt wird.

25. 6. 1858.

Zu der Geologie der Schweiz I 1851.

Topogr. Anstalt v. J. Wurster u. Comp. in Winterthur.

. Myre.

Vulcanische Gesteine.
Melaphyr

25. 6. 1859.
CANTONALE